Aus der Chirurgischen Universitätsklinik und
Poliklinik der Berufsgenossenschaftlichen
Krankenanstalten Bergmannsheil Bochum
(Direktor: Professor Dr. med. J. Rehn)

Die funktionelle Wirbelbruchbehandlung am 'Bergmannsheil' Bochum im Zeitraum von 1963 bis 1977 und die röntgenologischen Ausheilungsergebnisse

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr - Universität Bochum

vorgelegt von
Michael Büchter
aus Hattingen 1982

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547222_0007

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik und
Poliklinik der Berufsgenossenschaftlichen
Krankenanstalten Bergmannsheil Bochum
(Direktor: Professor Dr. med. J. Rehn)

Die funktionelle Wirbelbruchbehandlung am 'Bergmannsheil' Bochum im Zeitraum von 1963 bis 1977 und die röntgenologischen Ausheilungsergebnisse

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr - Universität Bochum

vorgelegt von
Michael Büchter
aus Hattingen 1982

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. med. K. Morgenroth
1. Referent: Prof. Dr. med. J. Rehn
2. Referent: Prof. Dr. med. W. Brinkmann

Tag der mündlichen Prüfung: 4. 5. 1983

Meiner Frau Gabriele

und

meinem Sohn Matthias

gewidmet

Gliederung		Seite
A.	Einleitung	1
A. 1.	Zur konservativen Behandlung von Brust- und Lendenwirbelfrakturen ohne Rückenmarkverletzung in den vergangenen 50 Jahren	1
A. 2.	Fragestellung	2
B.	Vorbemerkungen	4
B. 1.	Anatomie und Funktion der Wirbelsäule	4
B. 2.	Zur Röntgendiagnostik	11
B. 3.	Stabilität bzw. Instabilität der Wirbelfrakturen	14
B. 4.	Die experimentellen Untersuchungen von PLAUE	17
B. 5.	Methodisches Vorgehen	19
C.	Auswertung des Krankengutes am 'Bergmannsheil' Bochum von 1963 bis 1977	22
C. 1.	Allgemeiner Teil: Wirbelfrakturen ohne Rückenmarkverletzung	22
C. 1. 2.	Unfallanamnese	24
C. 1. 3.	Berufsgruppen	27
C. 1. 4.	Begleitverletzungen	28
C. 1. 5.	Bruchlokalisationen	29
C. 1. 6.	Brucharten	31
C. 1. 7.	Vorschädigungen der Wirbelsäule	36
C. 2.	Spezieller Teil: Wirbelfrakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule ohne Rückenmarkverletzung (einschließlich isolierte Querfortsatzfrakturen)	37
C. 2. 1.	Stationäre Behandlung	37
C. 2. 2.	Ambulante Nachbehandlung	49

		Seite
C. 2. 3.	Dauer der Arbeitsunfähigkeit	51
C. 2. 4.	Berentung durch die Unfallversicherungen	54
C. 2. 5.	Röntgenologische Ausheilungsergebnisse von Wirbelkörperfrakturen	59
D.	Schlußfolgerungen	66
E.	Zusammenfassung	68
F.	Literaturverzeichnis	70

A. Einleitung

A. 1. Zur konservativen Behandlung von Brust- und Lendenwirbelfrakturen ohne Rückenmarkverletzung in den vergangenen 50 Jahren

Die Art der Behandlung von Wirbelbrüchen im Brust- und Lendenbereich hat besonders in den letzten 50 Jahren häufig Anlaß zur Diskussion gegeben.

So standen sich im Jahre 1930 bei einem Unfallkongreß in Breslau zwei Lager konservativer Verfahren gegenüber:

Lorenz BÖHLER (9, zit. n. 10) vertrat die Ansicht, die drei Forderungen der allgemeinen Knochenbruchbehandlung 'Einrichten, Festhalten, Üben' hätten auch bei Wirbelbrüchen ihre Gültigkeit; man schaffe durch die Aufrichtung eines komprimierten Wirbels eine teilweise oder sogar vollständige 'restitutio ad integrum'. Durch eine anschließende Ruhigstellung im Gipsmieder könne dann in der Stabilisierung eine Frakturkonsolidierung herbeigeführt werden.

Im Gegensatz hierzu war Georg MAGNUS (34) als Verfechter der 'Bochumer Schule' der Überzeugung, ineinandergestauchtes Knochengewebe sei in sich stabil und könne daher in komprimiertem Zustand fest werden. Diese Auffassung wurde von seinem Nachfolger H. BÜRKLE DE LA CAMP im Jahre 1940 eingehend begründet. Er erweiterte die Bochumer Methode durch aktive Übungsbehandlung zur Kräftigung der Rückenmuskulatur nach vorausgegangener Ruhigstellung und nannte sie 'Funktionelle Wirbelbruchbehandlung' (14, 15).

Beide, BÖHLER wie MAGNUS fanden viel Zustimmung und wurden im Lauf der Jahre von zahlreichen Autoren in Berichten über Ausheilungsergebnisse immer wieder bestätigt (BÖHLER: 8, 25, 61, 65, 69, 72. MAGNUS: 2, 36, 64).

In Kenntnis der umfangreichen Erfahrungen der 'Bochumer Schule' und untermauert durch die experimentellen Unter-

suchungen von PLAUE (s. u.) hat sich in den letzten Jahren eine dritte konservative Behandlungsmethode etabliert, die EHLERT (16) schon im Jahre 1966 nach Anregung durch englische Unfallchirurgen veröffentlich hat: er berichtet über 51 Patienten, die er bereits nach 5-tägiger Bettruhe aufstehen ließ, um eine Gymnastik zum Training der Rückenstreckmuskulatur durchzuführen. Voraussetzung war eine nur geringe oder keine Höhenminderung der dorsalen Kante des Wirbelkörpers. Diese 'frühzeitige funktionelle Behandlung' wurde im Jahre 1969 durch MELZER und RICHTER (37) näher erläutert und hat seither viele Anhänger gefunden (1, 7, 13, 18, 38, 66). Man kann sie als Modifizierung der 'Bochumer Schule' bezeichnen.

Abänderungen in der Behandlung wurden auch von Befürwortern der BÖHLER'schen Aufrichtungsmethode vorgenommen. So berichtet VOGT (67) im Jahre 1962 über gute Ergebnisse mit der Fixation aufgerichteter Wirbel durch ein von BÄHLER angefertigtes Dreipunktkorsett, das für den Patienten angenehmer sei als das herkömmliche Gipsmieder. HACKENBRUCH et al. (17) erläutern 1979 die Vorteile der Fixation im Fiberglasverband verglichen mit derjenigen im Gipskorsett.

Indikationsbereiche für die beiden konservativen Behandlungsweisen sowie auch die Anzeigestellungen für operative Stabilisierungsverfahren sind im Lauf der Zeit von verschiedenen Autoren erarbeitet worden (5, 8, 20, 41, 52, 54, 57, 60, 70).

A. 2. Fragestellung

Gegenstand dieser Arbeit sind die Verletzungen des knöchernen Anteils der Wirbelsäule ohne Schädigung des Rückenmarks, die von 1963 bis 1977 am 'Bergmannsheil' Bochum behandelt worden sind.

Schwerpunktmäßig sollen die Ausheilungsergebnisse von Wirbelkörperfrakturen im Brust- und Lendenbereich auf der Basis von Röntgenbildern erörtert und damit die experimentellen Ergebnisse von PLAUE und Mitarbeitern anhand klinischer Ergebnisse überprüft werden.

B. Vorbemerkungen

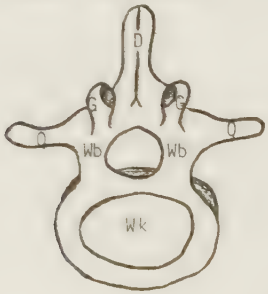
B. 1. Anatomie und Funktion der Wirbelsäule

Die Wirbelsäule bildet das Achsenorgan des menschlichen Rumpfes. Sie ist gegliedert in 24 freie, bewegliche Wirbel mit 23 Zwischenwirbelscheiben und weiter kaudal in 5 Kreuzbein- und 4 bis 5 Steißbeinwirbel, die jeweils zum Kreuz- bzw. Steißbein verschmolzen sind und auch als falsche Wirbel bezeichnet werden. Die Gesamtform der Wirbelsäule des erwachsenen Menschen weist in der Sagittalebene folgende physiologische Krümmungen auf: die nach vorn konvexe Lordose der Hals- und Lenbenwirbelsäule und die nach hinten konvexe Kyphose der Brustwirbelsäule und des Kreuzbeins. Die genannten Krümmungen fangen Stöße, z. B. beim Fall auf die Füße, federnd ab und schützen dadurch das zentrale Nervensystem und den Inhalt von Brust- und Bauchhöhle.

Da sich sowohl starre als auch elastische Bauelemente finden, sind Wirbelsäulenverletzungen mit denen von Röhrenknochen nicht vergleichbar.

Zu dem s t a r r e n knöchernen Anteil gehört der Wirbelkörper mit Wirbelbogen, Quer-, Dorn- und Gelenkfortsätzen (Abb. 1). Diese anatomische Einheit variiert in den verschiedenen Abschnitten seine Form erheblich.

Abb. 1: Schematischer Aufbau eines Wirbels, Sicht von kranial



D = Dornfortsatz
G = Gelenkfortsatz
Q = Querfortsatz
Wb = Wirbelbogen
Wk = Wirbelkörper

Der Halsteil besteht aus 7 Halswirbeln, deren niedrige Körper sattelförmige Endflächen aufweisen. Die seitlichen Überhöhungen nennt man Processus uncinati. Die Dornfortsätze sind größtenteils kurz und teilweise in zwei Zacken aufgespalten. Die Gelenkfortsatzflächen sind flach gestellt. Der 1. Halswirbel (Atlas) und der 2. Halswirbel (Axis) weichen von dieser typischen Form ab.

Die Brustwirbelsäule wird normalerweise aus 12 Brustwirbeln gebildet. Sie werden nach kaudal hin immer größer und gehen mit den Rippen eine Gelenkverbindung ein. Die Gelenkfortsätze stehen dachziegelartig übereinander.

Im Lendenwirbelsäulenbereich sind in der Regel 5 große Lendenwirbel vorhanden. Die Querfortsätze stellen entwicklungsgeschichtlich Rippenrudimente dar. Die Gelenkfortsatzflächen sind steil gestellt.

Der Wirbelkörper besteht aus einer inneren Spongiosa und einer äußeren kräftigen Compaktazone, welche ihn nach allen Seiten hin umschließt und die Deck- und Grundplatten, die sog. Druckaufnahmeplatten (SCHMORL), sowie die Randleisten bildet. Das Spongiosagerüst ist die eigentliche Substanz des Wirbelkörpers. Es setzt sich aus horizontalen und vertikalen dünnen Knochenplatten, den sog. Trabekeln, zusammen und formt eine wabige Struktur.

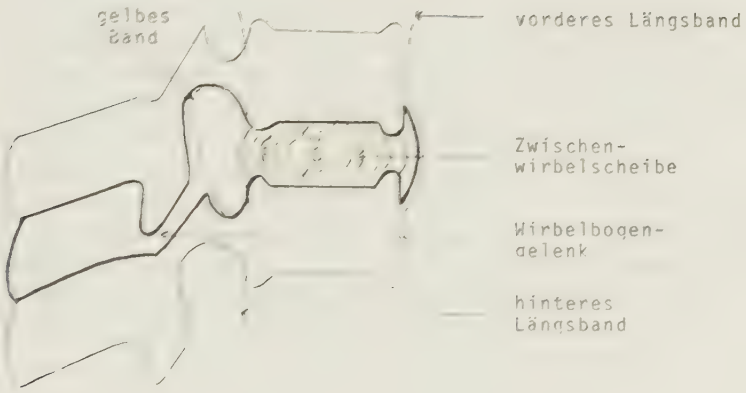
Zu den e l a s t i s c h e n Bauelementen rechnet LOB (31) die Bandscheiben, die Bänder und den Muskelapparat. Hiervon seien zunächst die Bandscheiben besonders beschrieben, da die Funktion der Wirbelsäule gerade von ihnen wesentlich abhängt. Sie befinden sich jeweils zwischen zwei benachbarten Wirbelkörpern und machen in ihrer Gesamtheit etwa ein Viertel der totalen Wirbelsäulenlänge aus. Die einzelne Bandscheibe (syn. Zwischenwirbelscheibe) besteht aus dem Anulus fibrosus, einem äußeren Faserknorpelring, dem Nucleus pulposus, einem inneren elastischen Gallertkern und aus den kranial und kaudal den Wirbelkörpern aufliegenden

beiden Knorpelplatten. Diese von ihrer Funktion her als elastische Polster anzusehenden Bandscheiben verleihen zusammen mit den Bändern der Wirbelsäule ihre Eigenelastizität.

Vom umfangreichen Bandapparat der Wirbelsäule sollen hier nur drei wesentliche Anteile erwähnt werden:
Das breite vordere Längsband (Ligamentum longitudinale anterius) ist fest mit den Vorder- und Seitenflächen der Wirbelkörper verbunden, während es die Zwischenwirbelscheiben überspringt. Das hintere Längsband (Ligamentum longitudinale posterius) ist vergleichsweise schmaler und enthält mehr elastische Fasern als das vordere. Außerdem ist es - im Gegensatz zum vorderen Längsband - an den Zwischenwirbelscheiben verankert und zieht über die dorsalen Flächen der Wirbelkörper hinweg. Schließlich sind die gelben Bänder (Ligamenta flava) bedeutungsvoll. Sie besitzen ebenfalls einen hohen Anteil an elastischen Fasern und verbinden jeweils die Bögen zweier benachbarter Wirbel.

Für den beweglichen Anteil des 'Achsenorgans Wirbelsäule' hat JUNGHANNS den Begriff des B e w e g u n g s s e g m e n t e s geprägt. Abb. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer solchen Bewegungseinheit mit den im einzelnen zusammenwirkenden Komponenten. Hiervon kommt der Zwischenwirbelscheibe als massenmäßig größtem Gewebsbestandteil auch funktionell eine prominente Bedeutung zu. Durch das Zusammenspiel von Gallertkern und Faserring wird einerseits der Abstand zwischen den angrenzenden Wirbelkörpern erhalten - so dient es als federnder Puffer bei vertikalen Krafteinwirkungen -, andererseits werden die Wirbelkörper durch die in den Randleisten verankerten Faserringe bei Einwirkung beugender, drehender oder scherender Kräfte beieinander gehalten.

Abb. 2 Schematische Darstellung eines Bewegungssegmentes (nach JUNGHANNS)
F = Faserring
G = Gallertkern
K = Knorpelplatte



Für die Beweglichkeit der Wirbelsäule sind außerdem die Wirbelbogengelenke bedeutsam. Ihre Stellung weist in den einzelnen Wirbelsäulenabschnitten erhebliche Unterschiede auf, wodurch der Bewegungsumfang eingegrenzt wird. Der bei seitlicher Ansicht flache Verlauf des Gelenkspaltes im Halswirbelsäulenbereich gestattet dort die größte Bewegungsfreiheit: Vor- und Rückwärtsbeugen, Seitwärtsneigen und Drehen, während die sagittale Stellung der Gelenkflächen an der Lendenwirbelsäule eine Drehung nahezu verhindert.

Bei der Betrachtung der Wirbelsäulenbewegungen kann die Muskulatur nicht außer acht gelassen werden. Sie steht nicht allein im Dienste der Willkürmotorik, sondern hält ganz ent-

scheidend das statische Gleichgewicht der Wirbelsäule aufrecht. Nach ihrer Herkunft läßt sich die Rückenmuskulatur in zwei Gruppen unterteilen: Die tiefe, sog. autochthone Muskulatur ist rechts und links der Dornfortsätze angelegt und wird in ihrer Gesamtheit auch als 'Erector trunci' bezeichnet. Sie wird von den dorsalen Ästen der Spinalnerven innerviert und reicht vom Kopf bis zum Becken. Als Aufrichter oder Strecker der Wirbelsäule bildet sie den Antagonisten der Bauchmuskulatur. Seitwärtsneigung und Drehung kommt durch einseitige Kontraktion zustande. Die zweite Gruppe wird durch die ventralen Spinalnervenäste versorgt. Diese Muskeln sind sekundär eingewachsen, liegen weiter an der Oberfläche und entspringen meist den Wirbeldornfortsätzen. Sie sind mehr der oberen Extremität und der Atmung dienlich. BENNINGHOFF (6, zit. n. 31, S. 4) vergleicht die Wirbelsäule mit einem Schiffsmast: Fest in das Becken eingefaßt wird sie durch die verschiedenen Muskelzüge gewissermaßen vertäut und mit Hilfe des Bandapparates im Gleichgewicht gehalten.

Die arterielle Versorgung der Wirbelsäule ist durch die segmental verlaufenden paarigen Aa. intercostales posteriores und Aa. lumbales gewährleistet. Diese entsenden jeweils einen Ramus dorsalis, der, bevor er die Rückenmuskulatur und -haut versorgt, einen Ramus spinalis durch das Foramen intervertebrale zum Rückenmark und seinen Häuten abgibt.

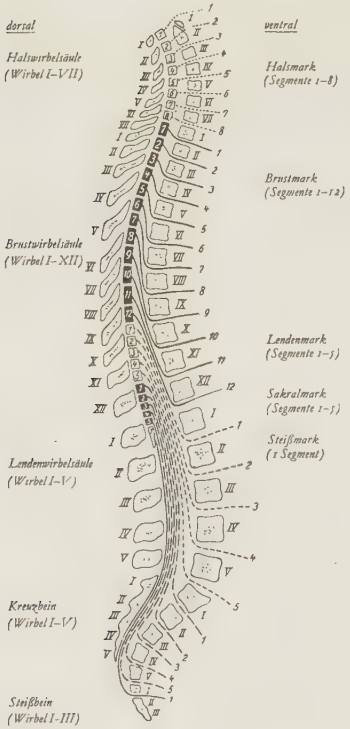
Der venöse Abfluß erfolgt über die Vv. spinales, die das Blut aus dem Rückenmark aufnehmen, und über die Vv. basivertebrales aus den Wirbelkörpern in die Plexus venosi vertebrales interni anterior und posterior. Diese befinden sich an der Innenwand des Wirbelkanals zwischen Periost und Dura. Sie anastomosieren mit dem Plexus venosus vertebrales externus anterior und posterior. Zudem bestehen von dort aus über die Vv. intervertebrales im Zwischenwirbelkanal Verbindungen zu den Vv. vertebrales (im Halsbereich), zur

V. azygos und V. hemiazygos (im Brustbereich) und zu den Vv. lumbales ascendentes (im Lendenbereich). Die Venenplexus besitzen keine Klappen und stellen bei Abflußbehinderungen, z. B. im Bereich der V. cava inferior, wichtige Umgehungswege dar.

31 Spinalnervenpaare treten durch die Foramina intervertebralia aus dem Spinalkanal aus, nachdem sie sich aus den vorderen und hinteren Wurzeln gebildet haben. Infolge ungleichen Längenwachstums von Rückenmark und knöcherner Wirbelsäule stimmen die Segmente nur im Kindesalter annähernd überein. Welche Lagebeziehungen der Rückenmarkssegmente zur Wirbelsäule beim Erwachsenen bestehen, verdeutlicht Abb. 3.

Die Medulla spinalis endet in Form des Conus medullaris bereits auf der Höhe des 1. bis 2. Lendenwirbelkörpers. Weiter kaudal schließt sich die aus vorderen und hinteren Wurzeln gebildete Cauda equina an.

Abb. 3: Lagebeziehungen der Rückenmarkssegmente zur Wirbelsäule (aus: 68, S. 153).
Wirbel = römische Zahlen
Rückenmarkssegmente und Rückenmarksnerven = arabische Zahlen



B. 2. Zur Röntgendiagnostik

Bei Verdacht auf eine Verletzung der Wirbelsäule ist neben der Anamnese und der körperlichen Untersuchung die röntgenologische Überprüfung unerläßlich.

Zunächst sollten immer Übersichtsaufnahmen angefertigt werden, und zwar regelmäßig eine mit anterior-posteriorem (ap) und eine mit seitlichem Strahlengang.

Neben diesen Standardaufnahmen kommen bei unklarem Befund Schrägaufnahmen zur Anwendung, deren Aufschlußreichtum schon im Jahre 1941 von LOB (31, S. 100) in einer Konstruktionszeichnung veranschaulicht wurde.

Eine Wiederholung der Röntgenbilderreihe in verschiedenen Zeitabständen ist trotz der Strahlenbelastung des Patienten nicht nur zur Beurteilung des Heilungsverlaufes bedeutsam; hierdurch können außerdem echte Verletzungsfolgen von nicht unfallbedingten Veränderungen (Vorschäden) unterschieden werden, was nicht zuletzt auch für die spätere Begutachtung von Interesse ist. Auf diesen versicherungstechnischen Aspekt haben schon verschiedene Autoren verwiesen (40, 62).

Um den klinischen Verdacht einer knöchernen Wirbelsäulenläsion bei unauffälligen oder fraglichen Standard- und Schrägaufnahmen zu verifizieren und zur Abgrenzung von Tumor oder Infektion sollten Schichtaufnahmen zur Anwendung kommen, da wegen der Überlagerung von verschiedenen schattengebenden Körperstrukturen die 'Summationsaufnahmen' manchmal nur schwer zu beurteilen sind. Als Beispiel diene die Wirbelkörperhinterwand, deren Integrität eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Stabilität einer Wirbelsäulenverletzung spielt (s. u.). Die Untersuchungen von MATZEN und KÜSSWETTER (35) über die Beurteilung der Hinterwand im Röntgenbild liefern aufschlußreiche Ergebnisse:

1. Standardaufnahmen sind wegen ihres Summationseffektes (Überlagerung von Wirbelbogenabgängen, Quer- und Gelenkfortsätzen) nicht in der Lage, Wirbelkörperhinterwanddefekte mit Sicherheit darzustellen.
2. Größe und Ausdehnung solcher Defekte sind am besten durch "Tomogramme im seitlichen Strahlengang bei Längspendelung" (35, S. 60) erkennbar.

Eine weitere diagnostische Hilfe bringt die computertomographische Untersuchung. Schon KOLLATH (24) erwähnt im Jahre 1977 den Röntgenscanner (CT) als "hoffnungsvollen Ausblick auf die Zukunft der Wirbelsäulendiagnostik" (24, S. 5), da hierdurch eine andere Dimension - nämlich die horizontale Ebene - sichtbar gemacht werden könne.

In den letzten Jahren hat sich auch die skelettszintigraphische Darstellung von Wirbelfrakturen als wertvolle Bereicherung in der Diagnostik erwiesen. KLEINFELD und BARTHELT (23) berichten 1981 über Untersuchungen mit ^{99m}Tc-MDP und deren Nutzen für die Differentialdiagnose frischer und alter posttraumatischer Wirbelveränderungen bei geringer Strahlenbelastung des Patienten.

Bei Verletzungen im Halswirbelsäulenbereich können zusätzlich Funktionsaufnahmen in Inklination und Reklination zur Anwendung kommen. MEULI (39) weist 1980 darauf hin, daß aber gerade hierbei wegen der Gefahr, nervale Strukturen zu verletzen, äußerste Vorsicht geboten ist.

Ein nicht unerheblicher Prozentsatz von Wirbelbrüchen wird röntgenologisch überhaupt nicht oder erst verspätet z.B. nach Zusammensinterung oder lange nach der Ausheilung aufgedeckt. HAUMANN (19) berichtet 1930 über 5 %, SALEM und WEHRLE (60) nennen 1963 einen Anteil von 7 % übersehener Wirbelfrakturen. Ursächlich hierfür kann einerseits die Unterlassung einer Röntgenuntersuchung der Wirbelsäule wegen Fehleinschätzung des Traumas und andererseits mangelnde Auf-

nahmequalität verantwortlich sein. Nach PLAUE (44, 49) sind außerdem der röntgenologischen Darstellbarkeit von Wirbelbrüchen Grenzen gesetzt. Er erläutert im Jahre 1972 seine experimentellen Untersuchungen, wonach zum Sichtbarwerden einer Wirbelfraktur im Röntgenbild ein "Mindestmaß an Verformung" vorausgesetzt werden muß. "Erst bei einem Höhenverlust von drei Zehntel und mehr sind Wirbelfrakturen in jedem Fall röntgenologisch sicher zu erkennen" (44, S. 343).

Anomalien des Wirbelsäulenskeletts können manchmal zu Fehlinterpretationen der Röntgenaufnahmen verleiten. Zunächst sei die Spondylolyse genannt, die nach JUNGHANNS (62, S. 92) meistens in der untersten Lendenwirbelsäule vorkommt. Hierbei handelt es sich um eine Fuge im Zwischengelenkabschnitt, deren Darstellung im Röntgenbild auf Schrägaufnahmen besonders deutlich wird. Sie verursacht das sog. echte Wirbelgleiten (Spondylolisthesis vera). Im Gegensatz zur Fraktur ist sie "glatt konturiert und mit einer deutlichen Kortikalislamelle versehen" (3, S. 49).

Angeborene Wirbelsynostosen (Blockwirbel), die durch Fehlbildungen im Segmentierungsvorgang entstehen (31, S. 176), werden zum Teil als posttraumatische Wirbelverblockung verkannt. "Reizlose Verschmelzung der Bogenabschnitte" (3, S. 53) und die vermehrte taillierte Form weisen auf die richtige Diagnose hin.

Schließlich sind noch die sog. Übergangswirbel zu erwähnen, die von JUNGHANNS (62) nicht als Anomalie sondern als Variation bezeichnet werden. Dieser Entwicklungsfehler kommt relativ häufig vor (s. Auswertung des eigenen Krankengutes) und bereitet röntgenologisch keine differentialdiagnostischen Schwierigkeiten. Nach ROMPE et al. (56) wird von einigen Autoren für die Erstbegutachtung eine Zielaufnahme des Lendenkreuzbeinüberganges - wegen der Häufung von Variationen in diesem Abschnitt - empfohlen.

Von besonderem Interesse für diese Arbeit ist die Frage,

ob eine Osteoporose der Wirbelsäule im Sinne einer Vorschädigung zum Unfallzeitpunkt nachweisbar war oder nicht. Um zu einer möglichst objektiven Diagnose zu gelangen, wurden die von DYMLING (1965) aufgestellten Röntgenkriterien zugrunde gelegt (zit. nach 40, S. 809).

"1. Verminderte Dichte der Wirbelkörper
2. Scharfe Zeichnung der Deckplatten
3. Scharfe Zeichnung der vertikalen Wirbelkörpertrabekel
4. Höhenzunahme der Bandscheiben".

Auf das röntgenologische Erscheinungsbild der Instabilität einer Wirbelsäulenverletzung wird im folgenden Kapitel eingegangen. Die verschiedenen Arten von Wirbelfrakturen und ihre Röntgenkriterien werden später (Kap. C. 1. 6.: Brucharten) erläutert.

B. 3. Stabilität bzw. Instabilität der Wirbelfrakturen

Die Frage, ob eine Verletzung der Wirbelsäule primär, d. h. zum Unfallzeitpunkt als stabil oder instabil angesehen werden kann, ist für die therapeutischen und prognostischen Konsequenzen von zentraler Bedeutung.

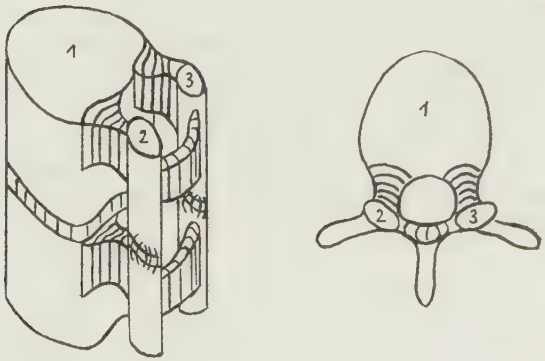
L. BÖHLER bezeichnet bereits jede Wirbelverletzung als instabil, sobald "der Gibbus mehr als 10^{0} beträgt, ... weil es bei jeder stärkeren Achsenknickung neben dem Zusammensinken des Wirbelkörpers an der Ventralseite des Wirbelrohres auch zur Zerreißung der Bänder und Muskeln, zur Subluxation oder vollständigen Luxation der Gelenkfortsätze kommt ... oder der Bogen in den Interartikularportionen bricht" (11, S. 101).

Es waren NICOLL (zit. nach 55, S. 386) und HOLDSWORTH (21), die schon vor vielen Jahren auf die 'Integrität des hinteren Bandkomplexes' (Lig. interspinale, Lig. supra-

spinale, Capsula articularis, Lig. flavum) als entscheidendes Kriterium der Stabilität hingewiesen haben. Als wichtigstes klinisches Zeichen der Instabilität ist hier das palpierbare Klaffen der Dornfortsätze im verletzten Bereich zu nennen.

Auch LOUIS (32) hat mit seinen 'Theorien über die Instabilität' einer Wirbelsäulenverletzung wesentlich zum Verständnis dieser Problematik beigetragen. Nach ihm wird die Stabilität der Wirbelsäule durch zwei Systeme gewährleistet: erstens durch ein vertikales System aus drei Säulen, nämlich der Wirbelkörpersäule und den Säulen der rechten und linken Gelenkfortsätze und zweitens durch ein horizontales System, das aus drei Brücken gebildet wird, nämlich aus dem hinteren Bogenanteil und den beiden Bogenwurzeln (Abb. 4).

Abb. 4: Die Wirbelsäulenarchitektur nach LOUIS (aus 32, S. 423).
1, 2 und 3: die drei vertikalen Säulen.
schraffiert: die drei horizontalen Brücken.



Jeder Teil dieser Strukturen wird mit einem sog. Instabilitätskoeffizienten bewertet, so daß eine Wirbelsäulenverletzung als instabil gelten kann, wenn die Summe der Koeffizienten der verletzten Anteile pro Segment eine festgelegte Höhe überschreitet.
Außerdem werden nach LOUIS gemäß der o. g. Systemeinteilung zwei Formen der Instabilität unterschieden: bei Verletzung des vertikalen System die prognostisch günstigere rein ossäre Instabilität von der discoligamentären Form, bei der ausschließlich das horizontale System einschließlich der Bandscheibe betroffen ist. Mischformen sind jedoch nicht selten.

Die Entwicklung einer späten (sekundären) Instabilität ist nach JACOBS et al. "bei jeder Wirbelkörperkompressionsfraktur mit einem Höhenverlust der Vorderkante von über 50 % sehr wahrscheinlich" (22, S. 46).

Die klinischen und röntgenologischen Zeichen einer bestehenden Instabilität hat BÖTEL wie folgt zusammengefaßt (12, S. 53):

"1. Stufenbildungen im Bereich der Wirbelhinterkanten von mehr als 3 mm
2. Ein- oder doppelseitige Verrenkungen im Bereich der kleinen Wirbelgelenke
3. Röntgenologische Abstandsvergrößerung der Dornfortsätze in der Verletzungsebene
4. Tastbare Lücke in der Dornfortsatzreihe
5. Berstungsbrüche von Wirbelkörpern mit erheblicher Verlagerung der einzelnen Fragmente
6. Gibbusbildungen im Bereich der Verletzung von über 20 Grad".

B. 4. Die experimentellen Untersuchungen von PLAUE

Einige wesentliche Ergebnisse der statischen und dynamischen Kompressionsversuche PLAUE's an mazerierten und frischen Brust- und Lendenwirbelkörpern seien an dieser Stelle wiedergegeben.

Es kann hiernach davon ausgegangen werden, daß "gebrochene Wirbelkörper noch über einen beträchtlichen Rest an Tragfähigkeit verfügen" (50, S. 427). Der Kurvenverlauf des durch PLAUE ermittelten charakteristischen Kraft-Weg-Diagramms verdeutlicht, daß die Tragfähigkeit des gebrochenen Wirbelkörpers mit fortschreitender Kompression rasch wieder zunimmt (Abb. 5). Die frühere Festigkeit wird dann wiedererlangt, wenn der Wirbel um die Hälfte seiner ursprünglichen Höhe zusammengedrückt worden ist. Der verbleibende Rest an Tragfähigkeit eines im komprimierten Zustand belassenen gebrochenen Wirbelkörpers reicht beim Erwachsenen bis zum 50. Lebensjahr aus, um den Belastungen des täglichen Lebens (ca. 0,2 kp/mm^2) sowie denjenigen einer Mobilisationsbehandlung zu widerstehen. Die Gefahr der weiteren Zusammensinterung ist demnach sehr gering. Mit zunehmendem Alter (jenseits des 50. Lebensjahres) und mit fortschreitender Osteoporose verliert der Wirbelkörper an Tragfähigkeit und kann den kritischen Wert von 0,2 kp/mm^2 erreichen (48, S. 133). Diese Tatsache verdeutlich Abb. 6. Hier muß mit Zusammensinterung des gebrochenen Wirbelkörpers und sogar mit Spontanfrakturen unverletzter Wirbelkörper ohne wesentliches Unfallereignis gerechnet werden.

Abb. 5: Typischer Kurvenverlauf, wie er in allen registrierten Kraft-Weg-Diagrammen wiederkehrte (aus 46, S. 764). 1 = Kontaktphase; 2 = Elastische Phase; 3 = Fließphase; 4 = Frakturphase; 5 = Sekundäre Druckanstiegphase

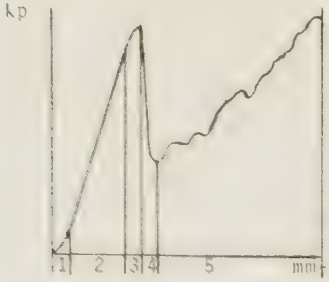
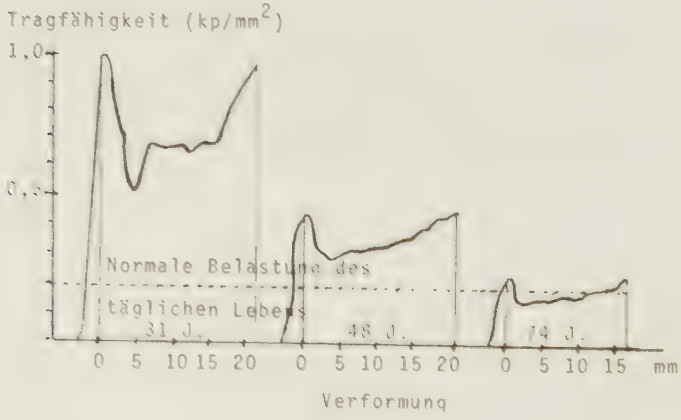


Abb. 6: Tragfähigkeit gebrochener Wirbelkörper verschiedener Altersgruppen (aus 48, S. 133)



B. 5. Methodisches Vorgehen

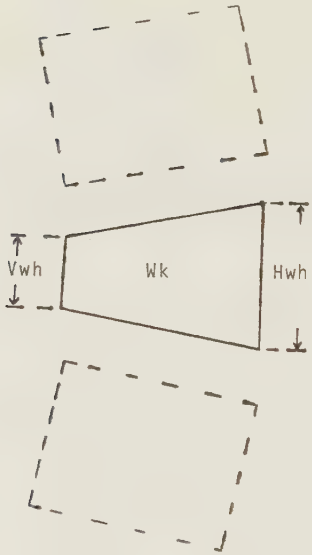
Im 'Allgemeinen Teil' wird das von 1963 bis 1977 am 'Bergmannsheil' Bochum wegen Wirbelbrüchen ohne Querschnittslähmung behandelte Patientengut hinsichtlich der Alters- und Geschlechtsverteilung, der Unfallanamnese, der Berufsgruppen, der Begleitverletzungen und der Bruchlokalisationen untersucht. Die verschiedenen Brucharten werden dargestellt.

Es folgt der 'Spezielle Teil' mit einer Schilderung der Behandlung und Nachbehandlung dieser Patienten am 'Bergmannsheil' Bochum.

Weiter soll in Kenntnis der experimentellen Ergebnisse PLAUE's anhand der Röntgenbilder unserer Patienten festgestellt werden, ob und wenn ja warum Kompressionsbrüche der Brust- und Lendenwirbelsäule unter der funktionellen Therapie zusammensintern.

Um eine einheitliche Beurteilung der vorliegenden Röntgenaufnahmen zu ermöglichen und zur Kontrolle des Heilverlaufes muß meßtechnisch ein Projektionsfehler - die röntgenologische Vergrößerung ist nicht immer dieselbe - nach Möglichkeit ausgeschaltet werden. Daher haben wir die vergleichende Messung der Vorder- und Hinterwandhöhe und der beiden Seitenwandhöhen nach E. BECK (4) verwandt. Hiernach erhält man den 'Sagittalen Quotienten' durch Division der (kleineren) Vorder- durch die Hinterwandhöhe. Der 'Frontale Quotient' errechnet sich analog hierzu für die Seitenwände zur Quantifizierung einer seitlichen Kompression. Der Quotient Vorderwandhöhe/Hinterwandhöhe von 1,0 weist somit auf einen im seitlichen Strahlengang nicht keilförmig deformierten Wirbelkörper hin, während der Wert von 0,5 in diesem Beispiel eine Kompression der Vorderwand auf die Hälfte der Hinterwand und damit auch auf die Hälfte seiner eigenen ursprünglichen Höhe bedeutet (Abb. 7). Eine Ver-

Abb. 7: Schematische Zeichnung zur Ermittlung des sagittalen Quotienten bei einer Wirbelkörperkompressionsfraktur nach der Methode von E. BECK.
Wk = Wirbelkörper
Vwh = Vorderwandhöhe
Hwh = Hinterwandhöhe
$\frac{Vwh}{Hwh} = \frac{1}{2} = 0,5$



kleinerung des Quotienten auf später angefertigten Kontrollaufnahmen wäre gleichbedeutend mit einer Zunahme der Keilform, also Zustandsverschlechterung, wohingegen eine Vergrößerung bei einer gelungenen Einrichtung der Fraktur zu erwarten wäre.

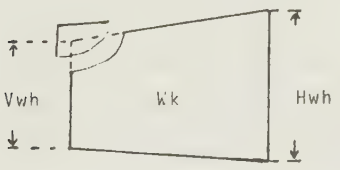
Zur Vereinfachung wurden die Quotienten auf eine Dezimalstelle hinter dem Komma gerundet, so daß sich im ganzen 10 mögliche Werte von 0,1 bis 1,0 ergaben.

Einschränkend ist zu bemerken, daß sich diese Methode ausschließlich zur Ausmessung keilförmig deformierter Wirbelkörper mit stabil erhaltener Vergleichswand eignet. Planparallele Wirbelkörperkompressionen und Berstungsbrüche, bei denen Vorder- und Hinterwand verletzt wurden, konnten daher nicht mit einbezogen werden. Das spätere Zusammensintern einer instabilen Vergleichswand hätte außerdem den ermittelten Quotienten im Sinne einer 'Besserung' verändert.

Vermessungsschwierigkeiten traten bei Kompressionsbrüchen mit Vorderkantenabsprengungen auf. Wie Abb. 8 veranschaulicht, wurde hier die Vorderwandhöhe durch Einzeichnen von Verlängerungslinien jeweils der Deckplatte und der Vorderwand ermittelt.

Meßfehler durch mögliche Verdrehung der Wirbelsäule konnten nicht verhindert werden.

Abb. 8: Schematische Zeichnung zur Ermittlung des sagittalen Quotienten nach BECK bei einer Wirbelkörperkompressionsfraktur mit Vorderkantenabsprengung. Erläuterung s. Text.
Vwh = Vorderwandhöhe
Hwh = Hinterwandhöhe
Wk = Wirbelkörper



C. Auswertung des Krankengutes am 'Bergmannsheil' Bochum von 1963 bis 1977

C. 1. Allgemeiner Teil: Wirbelfrakturen ohne Rückenmarkverletzung

Im Zeitraum von 1963 bis 1977 wurden in der Chirurgischen Klinik und Poliklinik der berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten 'Bergmannsheil' Bochum (Direktor: Prof. Dr. med. J. REHN) 578 Patienten mit knöcherner Wirbelsäulenverletzung und 10 Patienten mit reiner Luxation bzw. Subluxation eines Wirbelsäulenbewegungssegmentes ohne Querschnittslähmung stationär behandelt. Ein Patient mußte bezüglich seiner Wirbelfraktur unbehandelt bleiben: diese wurde - nach letalem Ausgang auf Grund der schweren Begleitverletzungen - erst im Sektionsbericht erwähnt.

Kontusionen und Distorsionen der Wirbelsäule ohne röntgenologisch faßbare Folgen am Wirbelsäulenskelett, isolierte Bandscheibenverletzungen, alte Wirbelfrakturen zur Begutachtung, reine Kreuz- und Steißbeinfrakturen sowie die oben erwähnte nicht behandelte Wirbelfraktur sind für diese Arbeit bedeutungslos und finden daher keine weitere Berücksichtigung.

C. 1. 1. Verteilung der Fälle nach Alter und Geschlecht

Den folgenden allgemeinen Erhebungen liegen die Krankengeschichten und Röntgenaufnahmen von 588 Patienten zugrunde. Hierunter fanden sich 434 männliche (= 73,8 %) und 154 weibliche (= 26,2 %) Personen. Wie Tab. 1 verdeutlicht, überwiegt das männliche Geschlecht besonders im Alter von 15 bis 50 Jahren. Diese Tatsache entspricht der größeren Gefährdung der Männer durch den Beruf.

Der jüngste Patient dieser Verteilung war am Unfalltage 7, der älteste 86 Jahre alt.

Das Durchschnittsalter berechnete sich auf 41 Jahre.

Die Zahl der Verletzten im Kindes- und Jugendalter bis 18 Jahre betrug 43. Diese vergleichsweise kleine Zahl ist zum einen auf bessere Kompensationsmechanismen (vermehrte Elastizität der Knochen, höhere Bandscheiben, dehnbarere Bänder) und damit auf eine geringere Verletzungsbereitschaft der Wirbelsäule im Kindes- und Jugendalter zurückzuführen. Zum anderen sind die Wirbelfrakturen in dieser Alterskategorie wie auch diejenigen weiblicher Patienten speziell in diesem Untersuchungsgut unterrepräsentiert, da das 'Bergmannsheil' wegen des berufsgenossenschaftlichen Status früher ganz überwiegend Patienten mit Arbeitsunfällen behandelt hat, und erst Anfang der 70iger Jahre zunehmend für die übrige Bevölkerung geöffnet wurde.

Tab. 1: Alters- und Geschlechtsverteilung des Krankengutes

Alter	Männlich	Weiblich	Gesamt
- 14	3	7	10
15 - 18	25	8	33
19 - 30	113	17	130
31 - 40	118	21	139
41 - 50	95	23	118
51 - 60	43	31	74
61 - 70	28	26	54
71 - 80	8	16	24
81 - 90	1	5	6
Gesamt	434	154	588

C. 1. 2. Unfallanamnese

Die Tab. 2 gibt einen Oberblick über die verschiedenen Entstehungsursachen der Unfälle:

Tab. 2: Unfallarten

Unfallarten	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit (%)
Arbeitsunfälle (davon Zechenunfälle: 182)	281	47,79
Häusliche Unfälle	135	22,96
Verkehrsunfälle	80	13,61
Wegeunfälle	29	4,93
Straßenunfälle	20	3,40
Sportunfälle	19	3,23
Suizidversuche	9	1,53
Badeunfälle	6	1,02
Spielunfälle	3	0,51
Spontanfrakturen (Bagatellunfälle)	6	1,02
Gesamt	588	100,00

Es sei hier hervorgehoben, daß sich 281 Unfälle aus unserem Untersuchungsgut am Arbeitsplatz ereigneten, davon 182 auf der Zeche. Zusammen mit 29 Wegeunfällen ergeben sich also 310 (= 52,72 %) berufsgenossenschaftlich versicherte Unfälle. Erwähnenswert ist auch die Tatsache, daß sich 135 Unfälle zu Hause zutrugen, wohinter 109 Verkehrs- und Wegeunfälle in der Gesamthäufigkeit nur den dritten

Rang einnehmen.

Zum [illegible] durch mittelbare und unmittelbare Gewalteinwirkung eingegangen werden. Nach HOLDSWORTH (21) zählen die reine Flexion, die Flexion-Rotation, die Extension, die vertikale Kompression und die Scherung zu den häufigsten mittelbaren Entstehungsmechanismen. Das sehr viel seltenere unmittelbare Auftreffen von Gewalt auf die Wirbelsäule finden wir beispielsweise beim Stein- oder Kohlefall aus dem Hangenden auf den Rücken des vornübergebeugt arbeitenden Bergmannes. Oftmals läßt sich allerdings eine indirekt wirksame Kraftkomponente durch reflektorische Muskelkontraktion auch hier nicht sicher ausschließen. Daher ist eine deratige Unterscheidung in Tab. 3 unterblieben. Dieser ist zu entnehmen, daß die weitaus meisten Wirbelfrakturen durch Stürze entstanden sind, sei es 'aus großer Höhe', sei es zu ebener Erde. Die einwirkende Gewalt auf Füße, Kreuzbein oder Schädeldecke (Kopfsprung ins flache Wasser) in axialer Richtung wird auf die Wirbelkörper-Bandscheibenreihe übertragen und führt am Ort der größten Kraftentfaltung zur Kompressionsfraktur des gestauchten Wirbelkörpers. Der mittelbare Verletzungsmechanismus findet sich auch beim 'Verheben', das trotz des seltenen Vorkommens nicht unerwähnt bleiben soll.
Wegen der häufigen Zechenunfälle in diesem Krankengut ist verständlich, daß Stein- und Kohlefall hier eine erhebliche Rolle spielen.

Wegen der mangelnden Kenntnisse über die Größenordnung der Krafteinwirkung und deren Richtung ist eine exakte Rekonstruktion des Unfallherganges nicht möglich (63). So kann eine Unterteilung in die von HOLDSWORTH genannten Mechanismen nicht erfolgen.

Tab. 3: Unfallmechanismen

Unfallmechanismen	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit (%)
Sturz aus großer Höhe (1 m bis 18 m Höhe)	173	29,42
Stein- bzw. Kohlefall	139	23,64
Sturz zu ebener Erde (auf Rücken oder Gesäß)	123	20,92
Auffahrunfälle	46	7,83
Als Fußgänger angefahren	27	4,59
Mit PKW überschlagen	18	3,06
Eingeklemmt worden	16	2,72
Sturz vom Zweirad	15	2,55
Kopfsprung ins flache Wasser	6	1,02
'Verhoben'	2	0,34
Beim Fußball in den Rücken getreten	1	0,17
Bei Explosion verletzt	1	0,17

Spontanfrakturen	6	1,02
Unfallmechanismus unbekannt	15	2,55
Gesamt	588	100,00

C. 1. 3. Berufsgruppen

Über die berufliche Tätigkeit der eingelieferten Wirbelsäulenverletzten kann wegen der ungenauen Angaben in den Krankengeschichten nur recht oberflächlich Auskunft erteilt werden. Dennoch läßt sich in Tab. 4 erkennen, daß die Arbeiter und Handwerker zusammen mit den im Bergbau Beschäftigten (340 von 588 = 57,82 %) am weitaus häufigsten vertreten sind und daher das größte Berufsrisiko tragen.

Tab. 4: Berufsangaben der 588 Wirbelsäulenverletzten (nach der Häufigkeit in absteigender Reihenfolge)

Beruf	Anzahl der Verletzten
Arbeiter und Handwerker	340
(davon im Bergbau beschäftigt: 162)	
Hausfrauen	73
'Rentner'	64
Angestellte	32
Schüler und Studenten	26
Selbständige	19
Arbeitslose	6
Beamte	5
'Häftling'	1
Soldat	1
Rennwagenfahrer	1
ohne Berufsangabe	19
Gesamt	588

C. 1. 4. Begleitverletzungen

276 Wirbelsäulenverletzte (= 46,94 %) erlitten keine Begleitverletzungen; bei 312 von 588 Patienten (= 53,06 %) wurden insgesamt 546 Begleitverletzungen diagnostiziert. Hierbei handelte es sich im einzelnen um: s. Tab. 5.

Tab. 5: Begleitverletzungen (Art und Häufigkeit)

Begleitverletzungen	Anzahl	Prozent
Schädelverletzungen	126	23,08
Rippenbrüche a) ohne Organbeteiligung: 45 b) mit Lungenverletzung: 12	57	10,44
Frakturen und Luxationen der oberen Gliedmaßen einschl. Schultergürtel	57	10,44
Becken- und Kreuzbeinbrüche	52	9,52
Knöchelbrüche, Fußwurzel- und Mittelfußknochenbrüche, Sprunggelenksluxationen und -luxationsfrakturen	22	4,03
Fersenbeinbrüche	17	3,11
Frakturen und Luxationen Oberschenkel, Kniegelenk, Unterschenkel (ohne Knöchel)	35	6,41
Sternumfrakturen	2	0,37
Verbrennungen 1. bis 2. Grades	2	0,37
Blasenzerreißung	1	0,18
Weichteilverletzungen, Körperprellungen, Zerrungen, kleine Wunden	175	32,05
Gesamt	546	100,00

Multiple Körperprellungen, Weichteilverletzungen, Zerrungen, kleine Wunden und Schädelverletzungen standen im Vordergrund. Auffällig ist auch die relativ hohe Zahl an Fersenbeinbrüchen (3,11 %), deren häufige Koinzidenz mit Wirbelfrakturen in der Literatur beschrieben wird (40). Der Sturz aus der Höhe mit Aufprall auf die Füße ist hierfür der typische Unfallmechanismus. Hervorzuheben ist ferner die Tatsache, daß im ganzen lediglich eine Blasenruptur und nie eine intraabdominelle Verletzung auftrat, obwohl dies bei den zuvor erwähnten Unfallmechanismen erwartet werden könnte. Neurologische Mitbeteiligung war anfangs ausgeschlossen worden.

Einige 'Nebenverletzungen' waren schwerer als die Wirbelsäulenverletzung selbst und führten daher zu einer Verlängerung der Behandlungsdauer.

C. 1. 5. Bruchlokalisationen

Die Röntgenuntersuchung deckte bei den 578 Patienten mit knöcherner Wirbelsäulenverletzung insgesamt 644 Wirbelkörperschädigungen auf, die sich, wie in der Abb. 9 veranschaulicht wird, mit der auch aus anderen Statistiken (11, 20, 31, 34, 36, 52, 58, 63, 70) bekannten Häufung am dorsolumbalen Übergang im einzelnen verteilen.

Dem Verhältnis von 644 Wirbelkörperschädigungen zu 578 Personen mit knöcherner Wirbelsäulenverletzung ist zu entnehmen, daß gleichzeitige Verletzungen mehrerer Wirbelkörper keine Seltenheit sind. Bei insgesamt 142 Patienten - das sind 24,57 % der 578 Fälle - konnten röntgenologisch Mehrfachfrakturen nachgewiesen werden. Die Kombination von Brust- und Lendenwirbelkörpern war darunter 55 mal und damit am häufigsten vertreten. Es folgt nach der Reihenfolge der Häufigkeit mit 44 Mehrfachfrakturen die Lendenwirbel-

säule, in 39 Fällen die Brustwirbelsäule und schließlich die Halsregion mit nur 4 derartigen Brüchen.

Abb. 9: Verteilung der Frakturen auf die einzelnen Wirbelkörper. HWK = Halswirbelkörper, BWK = Brustwirbelkörper, LWK = Lendenwirbelkörper

Wirbelkörper	Relative Häufigkeit	Absolute Häufigkeit
HWK 1	0,155	1
2	0,47	3
3	0,155	1
4	0,00	0
5	1,24	8
6	0,62	4
7	0,31	2
BWK 1	0,155	1
2	0,155	1
3	0,47	3
4	0,93	6
5	2,17	14
6	1,86	12
7	2,17	14
8	2,33	15
9	2,02	13
10	1,86	12
11	6,21	40
12	20,19	130
LWK 1	29,35	189
2	13,20	85
3	6,37	41
4	4,19	27
5	3,42	22
	100,00	644

C. 1. 6. Brucharten

Zur Klassifikation der Wirbelsäulenverletzungen wird dieser Arbeit die Einteilung auf funktioneller und pathologisch-anatomischer Grundlage nach LOB (31, S. 10 f) zugrunde gelegt. Soweit eine so exakte Unterteilung klinisch und röntgenologisch möglich ist, unterscheiden wir hiernach:

		Anzahl der Fälle
1.	Kontusionen und Distorsionen (ohne röntgenologisch faßbare Folgen am Wirbeksäulenskelett)	-
2.	Isolierte Bandscheibenverletzungen	-
3.	Isolierte Wirbelkörperbrüche (davon 55 mit Kantenbrüchen und 38 reine Kantenbrüche)	171
4.	Wirbelkörperbrüche mit Bandscheibenverletzung (davon 11 reine Deck- bzw. Grundplatteneinbrüche)	230
5.	Voll ausgebildete Wirbelsäulenverletzungen (davon 25 Berstungsbrüche 30 (Sub-)Luxationsfrakturen 9 Frakturen mit Zusammenbruch der Hinterwand 3 Frakturen mit Bogen- und Gelenkfortsatzbruch)	67
6.	Echte Wirbelverrenkungen (davon 7 reine Subluxationen)	10
7.	Isolierte Bogen- und Fortsatzbrüche (davon 13 Bogenbrüche 7 Dornfortsatzbrüche 83 Querfortsatzbrüche)	103
	Frakturen des Dens axis	7
		588

ad 3.: Der Kompressions- oder Stauchungsbruch mit leichtgradiger keilförmiger Umwandlung des Wirbelkörpers nach vorne und/oder seitlich stellt die typische Bruchform isolierter Wirbelkörperbrüche dar. Er wird an der Verschmälerung des Wirbelkörpers und an den Verdichtungszonen in der Spongiosa, deren gebrochene Bälkchen sich miteinander verhaken, auf dem Röntgenbild erkannt. Nach PLAUE erfolgt die Fraktur des Wirbelkörpers "sozusagen auf Raten", denn die vertikalen Spongiosabälkchen zerbrechen "nacheinander mehrmals in verschiedener Höhe" und übernehmen somit die "Funktion einer Knautschzone" (Zitate aus 47, S. 397). Gesichert wird die Diagnose allerdings erst durch fehlende Randzackenbildung auf später angefertigten Röntgenaufnahmen.

Nicht selten gehen isolierte Wirbelkörperbrüche mit Abbrüchen von Wirbelkörperkanten einher (hier 55 Fälle) oder treten ausschließlich als solche in Erscheinung (hier in 38 Fällen). Diese Kantenabsprengungen sind am weitaus häufigsten am vorderen Wirbelkörperrand lokalisiert, seltener seitlich (31, 51). In unserem Untersuchungsgut fanden sich ausschließlich Vorderkantenbrüche. Risse in den Zwischenwirbelscheiben oder interponiertes Bandscheibengewebe zwischen Bruchfragment und Wirbelkörper begleiten die Kantenbrüche nicht selten (31, 51, 62). Weil aber die Mitbeteiligung der Bandscheibe meist von untergeordneter Bedeutung ist (62), wird der Kantenabbruch an dieser Stelle mitbesprochen. Differentialdiagnostisch muß dabei an die sog. Kantenabtrennung gedacht werden, der kein verursachendes Trauma vorangeht. Zwei Faktoren, die zur Entstehung von Kantenabtrennungen beitragen, faßt LOB wie folgt zusammen:

"1. Degenerationserscheinungen, durch die es zu Rißbildungen in den vorderen oder auch seitlichen Teilen des Faserrings kommt.
2. Degenerationsprozesse an den Stellen der Knorpel-

platten, die der knöchernen Randleiste benachbart sind" (31, S. 242).

Ohne besondere Belastung kann also Bandscheibengewebe in das Trabekelwerk des Wirbelkörpers eindringen und so einen Spalt entstehen lassen, der die Vorderkante vom übrigen Wirbelkörper abtrennt. Hier finden sich auch nach längerer Zeit - im Gegensatz zur traumatischen Kantenabsprengung - keine durch Umbauprozesse bedingte Aufhellungszonen und keine Kallusbildung im Bruchspalt. Außerdem bleibt Form und Höhe des Wirbelkörpers erhalten.

ad 4.: Wie aus der vorangestellten Fallverteilung unseres Krankengutes auf die verschiedenen Schädigungsformen der Wirbelsäule ersichtlich und gemäß Angaben in der Literatur (31, 62), sind isolierte Wirbelkörperbrüche weitaus seltener als kombinierte Wirbelkörper-Bandscheiben-Verletzungen. Bei diesen ist häufig die Deck- und/oder Grundplatte leicht eingebrochen (31), so daß Bandscheibengewebe durch den entstandenen Bruchspalt in das Wirbelkörperinnere eindringen kann. Röntgenologisch sind solche Einbrüche von Bandscheibenanteilen erst ab einer bestimmten Größe zu erkennen; sicher nachweisen lassen sie sich im allgemeinen nur durch die allmähliche Ausbildung des sog. traumatischen 'SCHMORL-Knötchens' auf späteren Kontrollaufnahmen (62).

ad 5.: Besonderer Erläuterung bedarf der Begriff der 'voll ausgebildeten Wirbelverletzung'. Hiermit meint LOB einerseits den "Wirbelkörperbruch mit Bandscheiben-, Bogen- und Querfortsatzverletzungen sowie Zerreißungen im Bandapparat und in der Muskulatur", andererseits die "Wirbelverschiebung mit Frakturen". Man versteht darunter "im Gegensatz zur echten Verrenkung jede Verschiebung von Wirbelkörpern oder größerer Stücke derselben gegeneinander mit ein- oder doppelseitigen Brüchen der Bogen- und Gelenkfortsätze und Zerreißungen der Bandscheiben", "also die Luxationsfraktur" (Zitate aus 31, S. 11).

Im einzelnen imponierten von insgesamt 67 Fällen 30 Frakturen mit teilweisen oder vollständigen Wirbelausrenkungen, 25 Berstungsbrüche, bei denen der Wirbelkörper durch die dynamische Kraftentfaltung des Gallertkerns in zwei oder mehr Fragmente gesprengt wurde, 9 Frakturen mit zusammengebrochener Wirbelkörperhinterwand und Zerreißung des hinteren Bandkomplexes sowie schließlich drei Wirbelkörperbrüche mit Bogen- und Gelenkfortsatzfrakturen ohne erkennbare (Sub-)Luxationsstellungen.

Alle diese Wirbelverletzungen setzen verglichen mit den vorher besprochenen ein erheblicheres Maß an Gewalteinwirkung voraus.

ad 6.: Zu den schweren Wirbelsäulenverletzungen zählen daneben auch die echten Wirbelverrenkungen ohne Knochenbeteiligung, welche nach LOB (31) nur an der Halswirbelsäule vorkommen sollen. Durch die begünstigende Stellung der Wirbelbogengelenke findet man sie hier am häufigsten; sie können aber auch andere Bereiche der Wirbelsäule betreffen (62).

Das gesamte Bewegungssegment wird in Mitleidenschaft gezogen. Regelmäßig finden wir eine teilweise oder vollständige Ausrenkung der Wirbelbogengelenke, Bandscheiben- und Bänderzerreißungen sowie meistens, aber nicht zwangsläufig eine "wesentliche Beteiligung des Rückenmarks" (62, S. 288) bei vollen Wirbelluxationen.

Subluxationen können durch Muskelzug schon kurze Zeit nach dem Unfallereignis wieder in ihre Ausgangslage zurückfedern und sich dann der Röntgendiagnose zunächst entziehen. Ausheilungsvorgänge weisen später auf die stattgefundene Ausrenkung hin.

Als Endzustand solcher Verletzungen stellt sich meistens eine Versteifung des Bewegungssegmentes ein (62).

7 von 10 Patienten wiesen lediglich Subluxationen auf.

Betroffen war wie zu erwarten hauptsächlich die Halswirbelsäule (7 Personen), einmal die oberste Brust- und in zwei Fällen die unterste Lendenwirbelsäule.

ad 7.: Isolierte Bogenbrüche werden in der Literatur als nur seltenes Ereignis beschrieben (31, 62). In diesem Untersuchungsgut fanden sich derer 13. Meist traten sie in Verbindung mit Wirbelbrüchen auf und bildeten dann einen Teil der 'voll ausgebildeten Wirbelsäulenverletzung'.

Unter den reinen Fortsatzbrüchen nehmen die Querfortsatzfrakturen auch in unserer Verteilung (83 von 103) den größten Raum ein. Fast ausschließlich sind sie an der Lendenwirbelsäule lokalisiert (31, 62). In dieser Statistik entfallen 81 Verletzte auf den Lendenbereich, das sind 97,6 %. Nur je einmal wurde der Brust- und Halsteil betroffen. Derartige Lokalisationen sind auch in der Literatur nur vereinzelt beobachtet worden (27).

Zur Entstehung von Querfortsatzfrakturen werden zwei Mechanismen beschrieben: Für MAGNUS (33) ist es die indirekte Gewalt durch Muskelzug, welche die Querfortsätze abreißt, während LINOW (29) direkte Gewalteinwirkung auf den Rücken für die alleinige Ursache hält. Beide Entstehungsmodi gelten heute als erwiesen (42); meist können sie nicht scharf voneinander getrennt werden.

Daß sich in dieser Verteilung verhältnismäßig viele isolierte Querfortsatzbrüche finden, erklärt sich zweifellos durch die zahlreichen Verschüttungen: Stein- oder Kohlefall auf den Rücken des Bergmanns führt typischerweise durch beide geschilderten Mechanismen zu einer solchen Verletzung.

Auch für das Zustandekommen von Dornfortsatzfrakturen müssen direkte wie indirekte Gewalt verantwortlich gemacht werden. Die häufigen Abrißbrüche durch Muskelzug (M. trapezius, Mm. rhomboidei, M. serratus superior und posterior) beobachtete man vor allem bei untrainierten Arbeitern, die

über längere Zeit mit dem Schaufeln von Erde beschäftigt wurden und nannte sie daher auch 'Ermüdungsfraktur' oder 'Schipperkrankheit'. Hauptlokalisation der reinen Dornfortsatzfrakturen ist nach LOB (31) der HWS-BWS-Übergang, nach unseren Erhebungen (7 Fälle) war ausschließlich die Halswirbelsäule betroffen: einmal C2, 6 mal C6 und/oder C7.

Eine isolierte Fraktur des Dens axis wurde in 7 Fällen röntgenologisch aufgedeckt.

Reine Gelenkfortsatzfrakturen waren im untersuchten Zeitraum keine vorhanden.

C. 1. 7. Vorschädigungen der Wirbelsäule

Bestehen vor Eintritt des Traumas bereits pathologische Verkrümmungen des Achsenorgans mit Beeinträchtigung der Wirbelsäulenstatik, so treten die Folgen des Unfalls stärker in Erscheinung (56).

Bei den 578 Wirbelbruchpatienten waren 38 mal Skoliosen verschiedener Schweregrade und 17 mal Adoleszentenkyphosen (M. Scheuermann) im Röntgenbild zu beobachten. Außerdem konnten in 11 Fällen zusätzliche bereits ausgeheilte Wirbelfrakturen sowie 10 lumbosakrale Übergangswirbel röntgenologisch aufgedeckt werden.

Ob diese Vorschäden auch bei den genannten Patienten zu einer Verstärkung der geklagten Beschwerden geführt haben, geht aus den vorhandenen Krankenblattunterlagen nicht hervor.

Prominente Bedeutung für die Bereitschaft zur Entstehung von Wirbelfrakturen muß den Knochenkrankheiten mit Verminderung der Spongiosafestigkeit beigemessen werden, da sie zu einer leichteren Verletzlichkeit der Wirbelsäule führen (48, 62).

In unserem Untersuchungsgut fanden sich ausschließlich 103 Osteoporosen verschiedener Ausprägungsgrade (s. Kap. B.2.),

die in 6 Fällen ohne erkennbares adäquates Trauma zu 'Spontanfrakturen' von Wirbelkörpern geführt hatten (s. Kap. C. 1. 2.).

C. 2. Spezieller Teil: Wirbelfrakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule ohne Rückenmarkverletzung (einschließlich isolierte Querfortsatzfrakturen)

C. 2. 1. Stationäre Behandlung

Auf Grund der relativ häufigen Wirbelverletzungen im Bergbau kann das 'Bergmannsheil' auf besonders große Erfahrungen mit deren Therapie zurückgreifen. Schon seit über 50 Jahren wird der Wirbelbruch hier nach funktionellen Gesichtspunkten behandelt, d. h. nach Verfahren, die auf möglichst frühzeitige und vollständige Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit des Achsenorgans abzielen.

Es seien LÖBKER, VON BRUNN sowie MAGNUS und BÖRKLE DE LA CAMP hervorzuheben, die sich um den Ausbau der Therapie und der Nachbehandlung verdient gemacht haben. Diesen Vorbildern folgend wurden die Wirbelverletzungen auch während des Zeitraumes von 1963 bis 1977 ganz überwiegend funktionell behandelt.

Lediglich zwei Patienten wurden nach dem von L. BÖHLER (10) angegebenen Verfahren im ventralen Durchhang aufgerichtet und anschließend mit einem Gipskorsett versorgt: ein 36-jähriger Mann mit einer Luxationsfraktur des ersten Lendenwirbelkörpers sowie ein 24-jähriger Patient mit einem Kompressionsbruch, Bogen-, Quer- und Gelenkfortsatzbruch des 1. LWK, beides also primär instabile Verletzungen. 5 weitere Verletzte mit in auswärtiger Erstbehandlung aufgerichteten Wirbelfrakturen wurden im Laufe dieser Zeit

in stationäre Weiterbehandlung übernommen.

Da im 'Speziellen Teil' dieser Arbeit das Interesse ausschließlich Patienten mit mindestens einer Wirbelkörperschädigung im Brust- und Lendenbereich sowie solchen mit isolierten Querfortsatzfrakturen gilt, finden folgende Fälle keine weitere Berücksichtigung:

1.	15	Halswirbelkörperverletzungen
2.	7	Isolierte Frakturen des Dens axis
3.	10	Echte Wirbelverrenkungen
4.	20	Reine Bogen- bzw. Dornfortsatzbrüche
5.	8	Bogen- und Fortsatzbrüche mit Verrenkungen
	60	Total

Von den verbleibenden 528 Patienten wurden außerdem diejenigen eliminiert, die Faktoren mit Beeinflussung der chirurgisch-stationären Behandlungsdauer aufwiesen wie

1. 57 Personen, bei denen 'Begleitverletzungen' (z. B. Oberschenkelbrüche, Fersenbeinbrüche) eine Verlängerung des stationären Aufenthaltes verursachten.
2. 15 Frühzeitige Verlegungen in andere Abteilungen (z. B. Innere Medizin) wegen vorrangiger Erkrankungen
3. 7 Vorzeitige Entlassungen auf persönlichen Wunsch des Patienten gegen ärztlichen Rat
4. 4 Fälle mit letalem Ausgang auf Grund von begleitenden Komplikationen (z. B. Pneumonie, Lungenembolie).

Schließlich mußten 26 Personen, die wegen alter und älterer Wirbelfrakturen in stationäre Nachbehandlung kamen sowie 20 Fälle mit (durch den Hausarzt oder den Patienten selbst) zunächst bagatellisierten älteren Wirbelbrüchen aus den folgenden Erhebungen ausgeschlossen werden.

Da auch die o. g. 7 Verletzten mit nach BÜHLER aufge-

richteten Wirbelfrakturen desweiteren unberücksichtigt bleiben, ergibt sich nach Subtraktion eine Restanzahl von 392 Patienten, hiervon 57 mal reine Querfortsatzbrüche. Die übrigen 335 Fälle, bei denen jeweils zumindest ein Wirbelkörper gebrochen war, verteilen sich auf die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte wie folgt: 73 mal war der Brust- (D1 bis D11) und 89 mal der Lendenabschnitt (L2 bis L5) betroffen; 173 Patienten verletzten sich im dorso-lumbalen Übergang (D12 und/oder L1).

Nach den Röntgenaufnahmen ließen sich diese Brucharten diagnostizieren:

1. 126 Patienten mit isolierten Wirbelkörperbrüchen, davon 48 mit zusätzlichen Kantenbrüchen und 23 reine Kantenbrüche
2. 178 Patienten mit Wirbelkörperbrüchen und Bandscheibenverletzungen, davon 8 reine Deck- bzw. Grundplatteneinbrüche
3. 31 Patienten mit 'voll ausgebildeten Wirbelsäulenverletzungen', davon 14 Berstungsbrüche, 7 (Sub-)Luxationsfrakturen, 8 Frakturen mit Zusammenbruch der Hinterwand und zwei Wirbelkörperbrüche mit Bogen- und Gelenkfortsatzbrüchen

---

335 Total

Liegt eine Verletzung der Wirbelsäule vor, so ist der Lagerung des Patienten besondere Bedeutung beizumessen. Schon am Unfallort sollte der Verletzte bei Verdacht auf ein Wirbelsäulentrauma auf einer harten und flachen Unterlage in Rückenlage festgeschnallt werden, um irreversible Folgen an nervalen Strukturen durch aktive oder passive Bewegungen während des Transportes in die Klinik zu vermeiden.

Am 'Bergmannsheil' wird der Patient nun - nach Stellung der Diagnose einer Wirbelkörperverletzung - flach auf einer dünnen Matratze gelagert, worunter sich ein Brett befindet, oder in ein Bett gelegt, dessen Auflage von vornherein aus einem Gitterrost besteht. Durch Unterschieben von Roßhaarkissen oder der sog. KIFA-Mulde wird, sofern der Verletzte dies schmerzlos toleriert, die physiologische Wirbelsäulenform unterstützt, eine stabile Lagerung gewährleistet und einer Gibbusbildung entgegengetreten.

Nach Abklingen der akuten Beschwerden durch das Frakturhämatom (lokaler Schmerz und die sehr häufige Obstipation) wird mit krankengymnastischen Maßnahmen begonnen. Dies war während unseres Erfassungszeitraumes bei den Brust- und Lendenwirbelverletzten um den 10. stationären Behandlungstag der Fall. Die Gymnastik der langen Rückenstrecker beginnt mit statischen, isometrischen Übungen in Rückenlage, wobei der Patient aufgefordert wird, das Becken aus seiner Nullstellung gegen den Führungskontakt und leichten Widerstand des Therapeuten zu verschieben (30, S. 19 ff). Hierbei ist es die Aufgabe des Krankengymnasten, die vom Patienten entgegengebrachte Muskelspannung so abzufangen, daß keine Bewegung entsteht. In gleicher Weise werden alle Rumpfmuskeln durch Bewegung gegen allmählich zunehmenden manuellen Widerstand trainiert, später dann auch in Seiten- und Bauchlage.

Da Stand und Gang für die Wirbelsäule und damit für den gebrochenen Wirbelkörper die volle Belastung bedeuten, diese aber wegen der noch nicht abgeschlossenen Konsolidierungsvorgänge verfrüht erscheint, werden die Patienten mit Brust- oder Lendenwirbelkörperbrüchen im Durchschnitt nach 33 Tagen in das hauseigene Schwimmbad gefahren und dort flachliegend ins Wasser gelassen. Hierin können sie sich bei reduzierter Schwerkraft und daher erheblich geringerer Wirbelsäulenbelastung frei bewegen und unter krankengymnastischer An-

leitung bestimmte Muskelgruppen selektiv trainieren. Nach Beendigung dieser Übungen werden sie dann wiederum auf flacher Unterlage aus dem Schwimmbecken herausgehoben. Diese Behandlungsmaßnahme wird einmal täglich bis zur vollen Mobilisierung fortgeführt, welche mit dem Ende des stationären Aufenthaltes gleichzusetzen ist.

Die durchschnittliche Dauer der stationären Behandlung von Patienten mit Wirbelkörperbrüchen im Brust- und Lendenwirbelsäulenbereich errechnete sich auf 39 Tage, also gut 5 1/2 Wochen. Im einzelnen (s. Tab. 6) konnten die Brustwirbelverletzten mit einer Behandlungsdauer von im Durchschnitt 37 Tagen das Krankenhaus etwas eher verlassen als Verletzte mit Frakturen am dorso-lumbalen Übergang (durchschnittlich ca. 40 Tage) und im Lendenwirbelsäulenbereich (durchschnittlich ca. 41 Tage).

Im übrigen verdeutlicht die Tab. 6 sowie die zugehörige Abb. 10, daß die Behandlungsdauer im Laufe der Jahre kontinuierlich gesenkt werden konnte, und zwar bei allen drei aufgeführten Verletzungslokalisationen.

Mitbeteiligt an dieser günstigen Entwicklung ist sicherlich das seit 1974 eingeführte Dreipunktstützkorsett, über das VOGT (67) im Jahre 1962 als Ersatz für ein Gipsmieder nach Aufrichtung der Wirbelfraktur auf dem sog. Albeetisch berichtete. Sein Vorschlag, den gebrochenen Wirbelkörper vor Anlegen des Dreipunktkorsetts aufzurichten, ist allerdings wegen der schlechten Resultate (71) nicht mit übernommen worden.

Das Korsett (Abb. 11 und 12), über dessen Anwendung auch andere Autoren positive Erfahrungen mitteilen (26, 58, 59), besteht aus einem Stahlbandgerüst und drei gepolsterten Druckpelotten. Zwei ventrale Stützpunkte auf Sternum und Symphyse sowie eine dorsale Druckpelotte am dorso-lumbalen Übergang sollen die Fraktur in ihrer Stellung fixieren und sie an weiterer Formveränderung hindern.

Tab. 6: Stationäre Behandlungsdauer (in Tagen) von Patienten mit Wirbelkörperbrüchen im Brust- und Lendenwirbelsäulenbereich und mit reinen Lendenwirbelquerfortsatzabbrüchen.
D1 - D11 = 1. - 11. Brustwirbel
D12 - L1 = 12. Brustwirbel - 1. Lendenwirbel
L2 - L5 = 2. - 5. Lendenwirbel

Unfalljahr	D1-D11	D12-L1	L2-L5	Querfortsatzabbrüche
1963/64	51,8	59,6	52,8	13,1
1965/66	47,5	52,5	51,7	6,7
1967/68	43,0	51,7	56,2	11,9
1969/70	43,2	51,7	47,9	8,1
1971/72	46,3	29,5	40,2	8,7
1973/74	27,1	30,6	28,0	10,0
1975/76	25,1	27,0	24,5	6,3
1977	14,8	13,8	20,2	7,8
1963 - 1977	37,0	40,2	41,2	9,2

Abb. 10: Graphische Darstellung der stationären Behandlungsdauer in Tagen (t) von Patienten mit Wirbelkörperabbrüchen im Brust- und Lendenwirbelsäulenbereich bezogen auf die Unfalljahre (U).

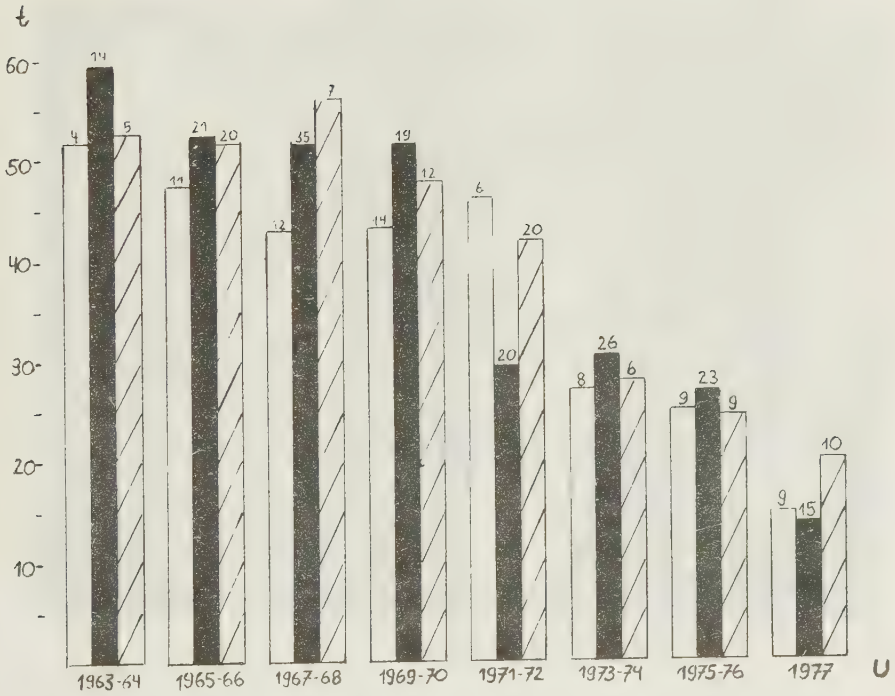
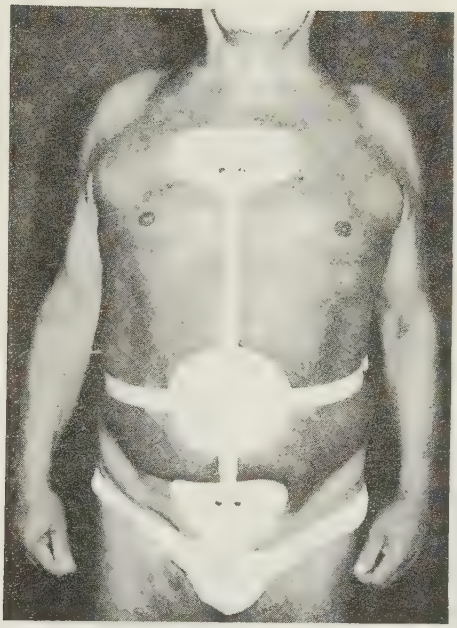


Abb. 11: Dreipunktkorsett nach VOGT und BÄHLER (a), angepaßtes Dreipunktkorsett (b) (aus 71, S. 112)

a)

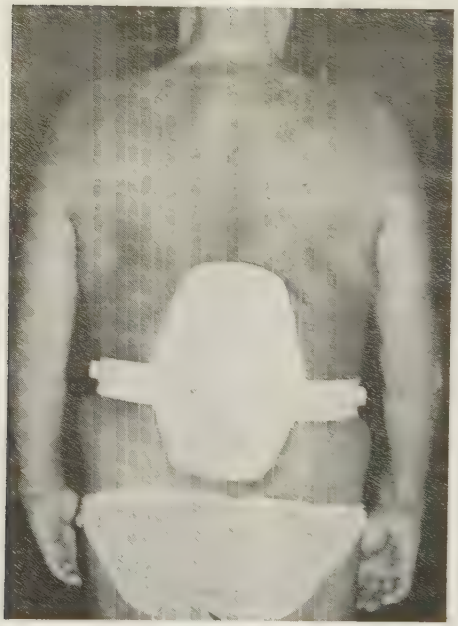
b)

Abb. 12: Angepaßtes Dreipunktkorsett



a) Ansicht von ventral

App. 12: Angepaßtes Dreipunktkorsett



b) Ansicht von dorsal

Von 1974 bis 1977 wurde am 'Bergmannsheil' bei insgesamt 78 Patienten mit Wirbelbrüchen im Brust- und/oder Lendenabschnitt ein solches Dreipunktkorsett angepaßt. Während dies im Jahre 1974 erst durchschnittlich am 26. Tag nach dem Unfallereignis geschah, konnten die Verletzten 1977 bereits im Durchschnitt am 9. Tag ihres stationären Aufenthaltes das für sie angefertigte Dreipunktkorsett anlegen und damit aufstehen.

Das Korsett wurde im Mittel für 6 1/2 Wochen verordnet (mindestens 4, höchstens 12 Wochen).

Ganz parallel zur stationären Behandlungsdauer konnte auch die Liegezeit während des Beobachtungszeitraumes kontinuierlich bis auf ca. 9 bis 11 Tage je nach Bruchlokalisation im Jahre 1977 verkürzt werden (Tab. 7).

Der besonders ins Auge fallende Rückgang der Liegezeit 1974 ist ebenfalls durch die Dreipunktkorsettbehandlung mit verursacht.

Während der Wirbelsäulengymnastik und vor den Bewegungsübungen im Schwimmbad wird das Korsett jeweils abgelegt.

Die Behandlung reiner Querfortsatzbrüche, die im allgemeinen keine Probleme bereitet, sei an dieser Stelle kurz erwähnt. Zur Ermittlung der stationären Behandlungsdauer und Liegezeit wurden auch hier diejenigen Patienten, deren 'Begleitverletzungen' (wie z. B. stumpfe Nierentraumata mit Hämaturien) zu einem verlängerten Krankenhausaufenthalt führten, vorher eliminiert.

Nach durchschnittlich 5-tägiger Ruhigstellung auf flacher Unterlage konnten unsere Querfortsatzverletzten im Mittel am 10. Tag die Klinik wieder verlassen (Tab. 6 und 7).

Bei isolierten Frakturen eines einzelnen Querfortsatzes wird eine Flachlagerung "wenn überhaupt, nur für 1-3 Tage erforderlich" (42, S. 195), und eine umfangreiche krankengymnastische Behandlung erübrigt sich im Prinzip (30, S. 18).

Tab. 7: Liegezeit (in Tagen) von Patienten mit Wirbelkörperbrüchen im Brust- und Lendenbereich und mit reinen Lendenwirbelquerfortsatzabbrüchen. Die Angaben in Klammern entsprechen jeweils der Anzahl Patienten.
D1 - D11 = 1. bis 11. Brustwirbel
D12 - L1 = 12. Brustwirbel bis 1. Lendenwirbel
L2 - L5 = 2. bis 5. Lendenwirbel

Unfalljahr	D1 - D11	D12 - L1	L2 - L5	Querfortsatzabbrüche
1963/64	35,5 (4)	47,0 (14)	41,0 (5)	7,7 (10)
1965/66	37,4 (11)	40,7 (21)	42,9 (20)	5,0 (12)
1967/68	35,2 (12)	43,3 (35)	44,7 (7)	5,9 (7)
1969/70	31,3 (14)	41,8 (19)	38,8 (12)	3,9 (9)
1971/72	37,8 (6)	19,2 (20)	30,4 (20)	3,7 (5)
1973/74	18,6 (8)	18,0 (26)	11,0 (6)	4,5 (2)
1975/76	12,9 (9)	16,1 (23)	15,4 (9)	1,3 (3)
1977	8,9 (9)	8,8 (15)	10,8 (10)	3,0 (3)
1963 - 1977	27,2 (73)	29,9 (173)	31,0 (89)	5,0 (51)

Nach LINKE (28) sind Mehrfach- und Reihenbrüche der Lendenwirbelquerfortsätze häufiger. Dies bestätigte sich auch in unserem Untersuchungsgut, wobei Weichteilschwellungen, zum Teil mit Schürfwunden und Prellmarken an der Haut (als Zeichen für den direkten Verletzungsmechanismus) regelmäßig zu beobachten waren. Diese teilweise sehr schmerzhaften Flankenprellungen mit ausgedehnten retroperitonealen Hämatomen und die daraus resultierenden reflektorischen Darmatonien verursachten eine Verlängerung der Liegezeit. PANNIKE hat vorgeschlagen, in diesen Fällen sinnvoller von

"einer Lendenprellung mit begleitender Querfortsatzfraktur" zu sprechen (42, S. 196).

C. 2. 2. Ambulante Nachbehandlung

Von den weiter oben schon näher beschriebenen 335 Wirbelkörperverletzten konnten 167, also knapp die Hälfte am 'Bergmannsheil' selbst nachbehandelt werden. Die übrigen wurden entweder an den Kliniken ihres jeweiligen Heimatortes (9 Patienten) oder durch den Hausarzt (159 Patienten) ambulant weiterbetreut.

Am 'Bergmannsheil' wird als Nachbehandlung unter krankengymnastischer Anleitung ein Übungsprogramm zur Kräftigung der Rücken- und Bauchmuskulatur durchgeführt, welches sich an der jeweils bestehenden individuellen Belastbarkeit orientiert.

Patienten, denen noch ein Dreipunktkorsett verordnet ist, müssen dieses im Liegen ausziehen und beginnen anschließend die Wirbelsäulengymnastik in Rücken-, Seit- und Bauchlage, später auch im 'Vierfüßlerstand'. Auch das Bewegungsbad ist in dieser Phase der Nachbehandlung ein wesentlicher Bestandteil.

Ist die volle Belastung der Wirbelsäule durch Sitz, Stand und Gang ohne Korsett schließlich erlaubt und erwünscht, wird das Programm durch dynamische Bewegungsübungen mit oder ohne Gerät (Medizinball, Stab, Reifen) erweitert.

Einen Überblick über die Dauer der ambulanten Nachbehandlung am 'Bergmannsheil' gibt Tab. 8.

Daraus ist zu entnehmen, daß 90 Patienten, also der größte Anteil, zwischen 8 und 16 Wochen lang am 'Bergmannsheil' nachbehandelt wurden. Die durchschnittliche Nachbehandlungsdauer dieser Patienten errechnete sich auf genau 12,0 Wochen.

Hier ließen sich zwischen den einzelnen Wirbelsäulenabschnitten keine signifikanten Unterschiede feststellen.

Tab. 8: Dauer der Nachbehandlung der Wirbelkörperverletzten am 'Bergmannsheil' Bochum von 1963 - 1977

Nachbehandelt wurden	167 Patienten
Die Nachbehandlung dauerte	
- bis 4 Wochen bei	11 Patienten
- bis 8 Wochen bei	30 Patienten
- bis 12 Wochen bei	49 Patienten
- bis 16 Wochen bei	41 Patienten
- bis 20 Wochen bei	28 Patienten
- über 20 Wochen bei	8 Patienten

Trotz Vernachlässigung der in Kap. C. 2. 1. erwähnten Fälle war die Nachbehandlundsdauer von individuell recht unterschiedlicher Länge. Dies wird verständlich, wenn man den Schweregrad der Wirbelkörperverletzung, das Lebensalter des Verletzten sowie mögliche Vorschädigungen der Wirbelsäule als beeinflussende Faktoren mitberücksichtigt.

Von den Verletzten mit ausschließlichen Querfortsatzfrakturen wurden nur 10 einer ambulanten Nachbehandlung am 'Bergmannsheil' unterzogen, die im Durchschnitt weniger als 6 Wochen dauerte.

C. 2. 3. Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Bei den am 'Bergmannsheil' nachbehandelten Personen (167 mit Wirbelkörperverletzung, 10 mit reinen Querfortsatzabbrüchen) lagen ausnahmslos auch verwertbare Angaben zur Dauer der Arbeitsunfähigkeit vor. Wieviele Patienten gleich nach ihrer stationären Entlassung oder später durch ihren Hausarzt für arbeitsunfähig befunden wurden, ging aus den vorliegenden Krankengeschichten nicht hervor.

Als Zeit der Arbeitsunfähigkeit wurden die Wochen vom Verletzungstag bis zur endgültigen Wiederaufnahme der Arbeit gezählt. Daß sich die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit nach der Schwere der körperlich auszuübenden Tätigkeit richtet, sei nebenbei bemerkt.

Betrachten wir zunächst die Personen mit Wirbelkörperverletzungen. Hier ergaben sich im Hinblick auf die Frakturlokalisationen keine erwähnenswerten Unterschiede der Arbeitsunfähigkeitsdauer, die im Durchschnitt 19 Wochen betrug. Vergleicht man die Unfalljahre im einzelnen, so ist ein deutlicher Rückgang der Arbeitsunfähigkeitsdauer seit 1974 zu verzeichnen (Tab. 9).

Weiterhin gibt Tab. 10 Auskunft darüber, wie lange die 167 Wirbelkörperverletzten im einzelnen arbeitsunfähig waren.

Bei den Patienten mit isolierten Querfortsatzabbrüchen fanden sich lediglich 10 Angaben zur Dauer der Arbeitsunfähigkeit, die hiernach durchschnittlich 8,6 Wochen betrug (s. Tab. 9, rechts).

Tab. 9: Obersicht über die Arbeitsunfähigkeitsdauer (AUF) von 167 Patienten mit Wirbelkörperverletzungen und 10 Patienten mit reinen Querfortsatzabbrüchen (in Wochen).
In Klammern ist die jeweils zugrunde liegende Anzahl der Patienten genannt.
AUF D1 - L5 im Durchschnitt: 19,0 Wochen.
D1 - D11 = 1. bis 11. Brustwirbel
D12 - L1 = 12. Brustwirbel bis 1. Lendenwirbel
L2 - L5 = 2. bis 5. Lendenwirbel

	D1-D11	D12-L1	L2-L5	Querfortsatz-abbrüche
1963 - 1973 im Durchschnitt	18,9 (24)	20,4 (63)	19,8 (39)	9,8 (5)
1974 - 1977 im Durchschnitt	16,2 (8)	16,7 (26)	13,5 (7)	7,4 (5)
1963 - 1977 im Durchschnitt	18,2 (32)	19,3 (89)	18,9 (46)	8,6 (10)

Tab. 10: Dauer der Arbeitsunfähigkeit

weniger als		4	Wochen bei	1	Patienten
zwischen	4 und	8	Wochen bei	11	Patienten
zwischen	8 und	12	Wochen bei	7	Patienten
zwischen	12 und	16	Wochen bei	29	Patienten
zwischen	16 und	20	Wochen bei	58	Patienten
zwischen	20 und	24	Wochen bei	31	Patienten
zwischen	24 und	28	Wochen bei	22	Patienten
über		28	Wochen bei	8	Patienten
Zusammen				167	Patienten

C. 2. 4. Berentung durch die Unfallversicherungen

Zur Beurteilung der Behandlungsergebnisse von Knochenverletzungen bieten die Gutachten für die Unfallversicherungen (Berufsgenossenschaften u. a.) eine gute Unterlage, da sie nach weitgehend einheitlichen Gesichtspunkten vorgenommen wurden. Insbesondere wenn sie durch ein und dieselbe Klinik erstellt wurden, dürfte es erlaubt sein, die Prozentsätze der zuerkannten Renten miteinander zu vergleichen und als einen Maßstab für den Behandlungserfolg zu werten.

Von den 335 Patienten mit Wirbelkörperverletzungen der Brust- und/oder Lendenwirbelsäule wurden 129 berufsgenossenschaftlich Versicherte (Arbeits- oder Wegeunfälle) am 'Bergmannsheil' zur Festlegung einer Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) nachuntersucht und begutachtet. 45 Personen (= 34,9 %) also mehr als ein Drittel dieser Fälle, verletzten sich an zwei oder mehr Wirbelkörpern gleichzeitig.

Da dieses Untersuchungsgut zahlenmäßig zu gering erscheint, um nach der Verteilung auf die einzelnen Frakturlokalisationen eine differenzierte Aussage über die Renten der Einfach- und Mehrfachfrakturen getrennt zuzulassen, wird im folgenden auf diese zusätzliche Unterteilung verzichtet.

Vorläufige Renten wurden - jeweils ab dem Zeitpunkt der Wiedereingliederung in den Arbeitsprozeß - insgesamt an 116 von 129 (= an 89,9 %) gezahlt (Tab. 11). Dieser recht hohe Anteil findet sich bei allen drei Bruchlokalisationen in etwa gleich, bei den Brustwirbelsäulenverletzten mit 87,5 % noch am niedrigsten (Tab. 12 und Abb. 13).

Die Erwerbsfähigkeit war bei 108 Versicherten, also dem weitaus größten Teil, um lediglich 20 bzw. 30 % gemindert. 7 Patienten (davon 3 an der Lendenwirbelsäule und 4 am

dorso-lumbalen Übergang verletzt) waren zu diesem Zeitpunkt 40 %ig erwerbsgemindert, und nur einer Person mußte - nach zwei Wirbelfrakturen am dorso-lumbalen Übergang - eine MdE von 60 % vorläufig zuerkannt werden. Bei 13 Verletzten (= 11,1 %) ergab die Nachuntersuchung keine oder eine nur so geringfügige MdE, daß eine Rente nicht zur Auszahlung gelangte.

Die 1. Dauerrente wurde zwei Jahre nach dem Unfallereignis festgelegt. Sie blieb in 75 Fällen unterhalb der 'Auszahlungsschwelle' (die in Tab. 11 durch die gestrichelte Linie angedeutet wird). 52 Patienten wurde nun eine MdE von 20 bis maximal 30 % zuerkannt. Legt man die ursprüngliche Zahl von 129 Versicherten zugrunde, verringert sich damit der nunmehr noch berentete Anteil auf 40,3 %.

Betrachtet man die Wirbelsäulenabschnitte wiederum einzeln, so findet man die höchste Prozentangabe (43,7 %) am dorso-lumbalen Übergang. Gravierende Differenzen sind auch hier nicht festzustellen.

Eine Rente, die über 5 Jahre hinaus zuerkannt wurde, nannten wir 'bleibende Rente'. Waren vorher auch leichtere Verletzungen wie zum Beispiel einfache Deckplatteneinbrüche zur Berentung gelangt, so sind es unter den länger als 5 Jahre berenteten Patienten vor allem die schweren Wirbelfrakturen mit erheblichem Verlust der Wirbelkörperhöhe. Von 58 begutachteten Versicherten wurde an noch 33 weiter eine Rente gezahlt, das sind von den ursprünglich nachuntersuchten 129 Rentenanwärtern lediglich noch 25,6 %. Schließlich waren auch hier hinsichtlich der Frakturlokalisationen keine größeren Unterschiede in der Berentung zu beobachten. Bei den Versicherten mit Lendenwirbelkörperfrakturen war der weiterhin berentete Anteil mit 26,5 % vergleichsweise noch am größten (Tab. 12 und Abb. 13).

Die im Lauf der Zeit abnehmende Zahl der Begutachteten läßt sich vor allem dadurch erklären, daß bei Verlust der

Rente eine weitere Nachuntersuchung unterblieb, wenn nicht später eine Verschlimmerung geltend gemacht wurde.

Tab. 11: Höhe der vorläufigen Renten (VR, zum Zeitpunkt der Wiederaufnahme der Arbeit), der 1. Dauerrenten (1. DR, 2 Jahre nach dem Unfall) und der bleibenden Renten (BR, mindestens 5 Jahre nach dem Unfall) bei 129 Personen mit Brust- und/oder Lendenwirbelkörperfrakturen.
BWS = 1. - 11. Brustwirbelkörper
LWS = 2. - 5. Lendenwirbelkörper
B/L = 12. Brust- und/oder 1. Lendenwirbelkörper (dorso-lumbaler Obergang)

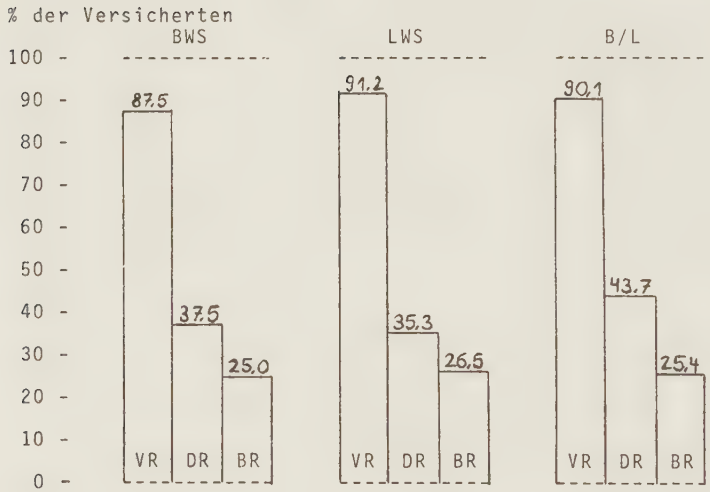
%	VR			1. DR			BR		
MdE	BWS	LWS	B/L	BWS	LWS	B/L	BWS	LWS	B/L
60	-	-	1	-	-	-	-	-	-
40	-	3	4	-	-	-	-	-	-
30	9	9	21	1	1	6	1	-	3
25	1	-	1	1	-	-	1	-	-
20	11	19	37	7	11	25	4	9	15
15	-	-	1	-	-	-	-	-	-
10	3	2	5	13	17	33	4	2	12
10	-	-	-	-	1	3	-	-	5
0	-	1	1	2	4	2	1	-	1
	24	34	71	24	34	69	11	11	36
		129			127			58	

Tab. 12: Prozentsatz der berenteten und der nicht berenteten Verletzten in Abhängigkeit von der Frakturlokalisation.
Vorläufige Renten (VR, zum Zeitpunkt der Wiederaufnahme der Arbeit), 1. Dauerrenten(1. DR, 2 Jahre nach dem Unfall), bleibende Renten (BR, mindestens 5 Jahre nach dem Unfall).
BWS = 1. - 11. Brustwirbelkörper
LWS = 2. - 5. Lendenwirbelkörper
B/L = 12. Brust- und/oder 1. Lendenwirbelkörper (dorso-lumbaler Übergang)

%	VR			1. DR			BR		
MdE	BWS	LWS	B/L	BWS	LWS	B/L	BWS	LWS	B/L
20 u. mehr	87,5	91,2	90,1	37,5	35,3	43,7	25,0	26,5	25,4
0 - 15	12,5	8,8	9,9	62,5	64,7	56,3	75,0	73,5	74,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Abb. 13: Prozentsatz der berenteten Wirbelkörperverletzungen in Abhängigkeit von der Frakturlokalisation bei 129 Versicherten. VR = Vorläufige Rente, zum Zeitpunkt der Wiederaufnahme der Arbeit, DR = 1. Dauerrente, zwei Jahre nach dem Unfall, BR = Bleibende Rente, mindestens 5 Jahre nach dem Unfall.

	Anzahl der Verletzten
BWS = 1. - 11. Brustwirbelkörper	24
LWS = 2. - 5. Lendenwirbelkörper	34
B/L = 12. Brust- und/oder 1. Lendenwirbelkörper (dorso-lumbaler Obergang)	71
Total:	129



Stellt man in Rechnung, daß die nähere Aufschlüsselung in Einfach- und Mehrfachfrakturen hier unterblieben ist, und löst man sich von der etwas abweichenden Einteilung, so stimmen die hier gefundenen Prozentsätze der berenteten Verletzungen gut mit den von REHN (53, S. 136) über einen Erfassungszeitraum von 1945 bis 1964 erstellten Hundertsätzen überein. Dies ist nicht verwunderlich, vergegenwärtigt man sich, daß am 'Bergmannsheil' schon seit Jahrzehnten nach den gleichen therapeutischen und gutachterlichen Grundsätzen vorgegangen wird.

C. 2. 5. Röntgenologische Ausheilungsergebnisse von Wirbelkörperfrakturen

Auf den Röntgenaufnahmen vom Unfalltag konnten 439 komprimierte Keilwirbel der Brust- und Lendenwirbelsäule nach der in Kap. B. 5. beschriebenen Methode von E. BECK vermessen werden.

Keilförmige Kompressionsfrakturen im Halswirbelsäulenbereich sind in diese Messungen nicht mit einbezogen worden, da sich hier andere Behandlungsgesichtspunkte ergeben.

Alle 439 Wirbelkörper waren nach vorn hin zusammengedrückt, 61 (= 13,9 %) wiesen zusätzlich eine seitliche Kompression auf.

Der weitaus größte Teil hiervon konnte als leichte bis mittelschwere Kompression bezeichnet werden. Lediglich 82 der 439 Wirbelkörper (= 18,68 %) waren mit einem Quotienten unter 0,65 um mehr als ein Drittel ihrer ursprünglichen Höhe gestaucht (Tab. 13).

Nach den Untersuchungen von LOB über die Ausheilungsvorgänge bei Wirbelsäulenverletzungen muß man für die knöcherne Konsolidierung isolierter Wirbelkörperfrakturen "etwa einen Zeitraum von drei bis vier Monaten ansetzen" (31, S. 43).

Bei zusätzlicher Bandscheibenverletzung verlängert sich die Zeit bis zur vollständigen Ausheilung nach LOB auf 4 bis 6 Monate.

Tab. 13: Aufteilung der 439 vermessenen Wirbelkörperfrakturen nach ihrem Schweregrad

a)

Sagittaler Quotient	Anzahl BWK	LWK	Total
0,95 - 1,00	6	1	7
0,85 - 0,94	24	48	72
0,75 - 0,84	61	88	149
0,65 - 0,74	47	82	129
0,55 - 0,64	26	27	53
0,45 - 0,54	11	10	21
0,35 - 0,44	3	2	5
0,25 - 0,34	2	1	3
	180	259	439

b) Zusätzlich:

Frontaler Quotient	Anzahl BWK	LWK	Total
0,95 - 1,00	-	-	-
0,85 - 0,94	11	18	29
0,75 - 0,84	5	17	22
0,65 - 0,74	1	6	7
0,55 - 0,64	1	2	3
	18	43	61

Da also 6 Monate nach dem Unfallereignis von einer bleibenden Form ausgegangen werden kann, wurden diejenigen Kontrollröntgenbilder, die ein halbes Jahr oder später danach angefertigt worden waren, mit den entsprechenden Aufnahmen vom Unfalltag verglichen.

Berstungsbrüche, Wirbelfrakturen mit zusammengebrochener Hinterwand sowie Luxationsfrakturen mußten, zum einen wegen meßtechnischer Schwierigkeiten und zum anderen wegen anderer Behandlungsprinzipien der Instabilität, vernachlässigt werden.

Es handelte sich somit um 154 Patienten mit insgesamt 188 komprimierten Wirbelkörpern. Anhand der vergleichenden Messungen konnte bei 6 der 188 Wirbelkörper (= 3,2 %) eine 'relevante Höhenminderung' nachgewiesen werden. Von einer solchen wurde gesprochen, wenn die Differenz der Indices (Unfallindex minus Kontrollindex) mindestens 0,1 betrug. Alle übrigen 182 Wirbelkörper (= 96,8 %) blieben unter der funktionellen Therapie ohne relevante Formveränderung.

Bei weiteren 201 komprimierten Keilwirbeln konnte in Ermangelung später angefertigter Vergleichsröntgenaufnahmen die Formveränderlichkeit lediglich innerhalb des ersten halben Jahres nach Unfallgeschehen kontrolliert werden. Daher ist bei ihnen eine sichere Aussage über die letztlich verbleibende Form wegen der noch nicht abgeschlossenen knöchernen Ausheilungsvorgänge nicht möglich. Dennoch müssen die hier nachgewiesenen 7 Wirbelkörper mit relevanter Höhenminderung den übrigen 6 hinzugerechnet werden, denkt man an die Klärung der Ursachen. Wie die Tab. 14 verdeutlicht, verteilen sich diese 13 Fälle gleichmäßig auf den untersuchten Zeitraum.

Die Therapieprinzipien waren bei allen diesen Patienten gleichartig. Vier Personen wurden allerdings nicht, wie die übrigen, frühzeitig mobilisiert, sondern mußten 6 bis

7 Wochen Bettruhe einhalten. In zwei anderen Fällen wurde ein Dreipunktkorsett verordnet. Auch durch die genannten Maßnahmen konnte ein zunehmender Höhenverlust der gebrochenen Wirbelkörper nicht verhindert werden.

Tab. 14: Verteilung der keilförmig deformierten Brust- und Lendenwirbelkörper mit ermittelbaren BECK-Indices und Vergleichsröntgenaufnahmen (Monate/Jahre nach Unfallereignis angefertigt) nach den Unfalljahren. Die in Klammern angegebenen Zahlen entsprechen denjenigen Wirbelkörpern, die auf den Vergleichsaufnahmen eine 'relevante Höhenminderung' aufwiesen.

Unfall-	Monate nach Unfall			Jahre nach Unfall			
jahr	0 - 3	4 - 5	6 - 11	1 - 2	3 - 4	5 - 10	Total
1963	1	1	2	3	2	2	11
1964	8	4	3	3	4	1 (1)	23 (1)
1965	12	7	2	4	5 (1)	8 (1)	38 (2)
1966	6	2	2	6	2	4	22
1967	10 (2)	6	2	2	9 (1)	5	34 (3)
1968	5	2	-	7 (1)	8	5	27 (1)
1969	3	3	2	6	6	7	27
1970	12 (1)	2	1	2	11	-	28 (1)
1971	24	2	1	4	3	-	34
1972	7 (1)	7	-	6	2	-	22 (1)
1973	9 (1)	1	2	3	2	1	18 (1)
1974	12	4	1 (1)	7	5	-	29 (1)
1975	12	4 (1)	1	8	2	-	27 (1)
1976	14 (1)	-	3	5	-	-	22 (1)
1977	16	4	3	4	-	-	27
Total	151 (6)	49 (1)	25 (1)	70 (1)	61 (2)	33 (2)	389 (13)

Alle Kontrollaufnahmen wurden nach Beendigung der Liegezeit, also nach Belastung erstellt. Ein eventuell stattgefundener Sinterungsprozeß während der Immobilisationsphase oder während der Wirbelsäulengymnastik im Krankenbett entzieht sich daher der Beobachtung.

Hinsichtlich der Lokalisation der 13 Wirbelkörper gibt Tab. 15 a Auskunft.

Tab. 15 a: Lokalisation der 13 zusammengesinterten Wirbelkörper

BWK 10:	1
BWK 12:	4
LWK 1:	4
LWK 2:	3
LWK 3:	1

Der dorso-lumbale Übergang ist mit 8 Fällen (= 61,5 %) am häufigsten, die Brustwirbelsäule dagegen nur einmal (D10) vertreten.

Von besonderem Interesse erscheint das Lebensalter der betroffenen 13 Patienten zum Zeitpunkt ihres Unfalls. In Kenntnis der Versuche von PLAUE (Kap. B. 4.) erwartet man vor allem ältere Menschen mit vollendetem 50. Lebensjahr. Dies ist hier ganz einheitlich der Fall. Alle 13 Verletzten hatten ohne Ausnahme das 50. Lebensjahr bereits überschritten, 11 von ihnen waren älter als 60 Jahre (Tab. 15 b).

Tab. 15 b: Altersverteilung der 13 betroffenen Patienten

unter 50 Jahre	0
50 - 60 Jahre:	2
61 - 70 Jahre:	7
71 - 80 Jahre:	4

Wie außerdem nach PLAUE zu erwarten war, deckten die Röntgenaufnahmen in allen Fällen Involutionsosteoporosen unterschiedlicher Ausprägungsgrade im Sinne physiologischer Altersveränderungen auf (Tab. 15 c).

Tab. 15 c: Osteoporosegrade der 13 zusammengesinterten Wirbelkörper

+ = beginnend:	1
++ = mittelgradig:	9
+++ = fortgeschritten:	3

Durch diese Vorschädigung wird die Tragfähigkeit eines gebrochenen Wirbelkörpers ganz entscheidend herabgesetzt (s. Kap. B. 4.).

In 12 von 13 Fällen war der betroffene Wirbelsäulenabschnitt zusätzlich spondylotisch verändert.

Durch die erhaltene Sprengkraft des Gallertkerns konnte bei 10 betroffenen Personen Bandscheibengewebe in die Spongiosaräume der gestauchten Wirbelkörper eindringen. 8 mal war die Deckplatte eingebrochen, 2 mal zusätzlich die Grundplatte. In den zuletzt genannten beiden Fällen imponierte auf den Kontrollaufnahmen auch eine geringgradige Höhenminderung der Hinterwände, so daß beide Frakturen nachträglich als instabil bezeichnet werden müssen. Die Unfallbilder ließen einen Defekt der Vergleichswand aus Gründen mangelhafter Qualität nicht in Erscheinung treten.

Bei näherer Betrachtung ließen sich auf den Unfallbildern von 5 der Patienten (= 38,5 %) Frakturlinien von 'Vorderkantenstückbrüchen' verfolgen. Ein Beispiel hierfür demonstriert die Abb. 14. Das durch die Stauchung entstandene knöcherne Dreieck der Wirbelkörpervorderseite schiebt sich im Verlauf immer weiter nach vorn und trägt damit zum Sinterungsprozeß bei.

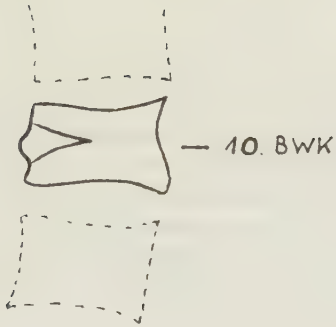


Abb. 14 a: Sch., A., (geb. 18. 12. 03), 66 Jahre.
Fraktur des 10. BWK durch Sturz auf den Rücken.
Vorderkantenstückbruch. Fortgeschrittene Osteoporose. Umrissene Form des 10. BWK mit Frakturlinien am Unfalltag.
Der nach Beck ermittelte sagittale Quotient betrug 0,80.

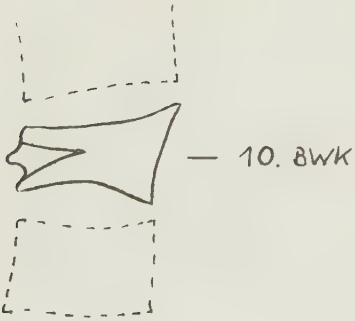


Abb. 14 b: Sch., A., (geb. 18. 12. 03), 66 Jahre.
Am 15. Tag nach dem Unfall ist unter der frühfunktionellen Therapie eine deutliche Kompressionszunahme zu erkennen.
Sagittaler Quotient nach BECK: 0,62.

D. Schlußfolgerungen

1. Wirbelkörperfrakturen ohne neurologische Mitbeteiligung treten gehäuft am dorso-lumbalen Übergang auf.
2. 'Begleitverletzungen' sind hierbei zum Teil schwerer als die Wirbelfraktur selbst. Besonderes Augenmerk sollte sich auf gleichzeitige Fersenbeinbrüche richten, da diese Koinzidenz - auch in unserem Untersuchungsgut - relativ häufig ist.
3. Frakturen mehrerer Wirbelkörper gleichzeitig sind keine Seltenheit.
4. Primär stabile Wirbelkörperfrakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule ohne neurologische Ausfälle können im Prinzip ohne das Risiko einer weiteren relevanten Höhenminderung frühfunktionell behandelt werden. PLAUE's experimentelle Untersuchungen über das Frakturverhalten von Brust- und Lendenwirbelkörpern (45) werden röntgenologisch voll bestätigt.
5. Unter der funktionellen Therapie der Wirbelkörperfrakturen im Brust- und Lendenbereich kam es in lediglich 3,2 % von 188 vermessenen Fällen zu einer röntgenologisch nachweisbaren 'relevanten Höhenminderung'. Hierbei handelte es sich ausnahmslos um Patienten, die das 50. Lebensjahr bereits überschritten hatten und zum Unfallzeitpunkt Osteoporosen unterschiedlicher Schweregrade aufwiesen. Auch diese Befunde decken sich mit den Ergebnissen PLAUE's (48). Vorderkantenstückbrüche, die sich zum Teil wegen mangelhafter Röntgenbildqualität der Diagnostik am Unfalltag entzogen, waren unter den zusammengesinterten Wirbelkörpern auffallend häufig vertreten (in 38,5 %).
6. Liegezeit sowie stationäre Behandlungsdauer der Patienten mit Brust- und Lendenwirbelkörperfrakturen konnten im Lauf der Jahre kontinuierlich verringert werden.

Die möglichst frühzeitige Mobilisierung des Patienten stärkt die lange Rückenmuskulatur im Sinne eines physiologischen Korsetts. Außerdem können Komplikationen wie Lungenembolien, die gehäuft nach längerer Ruhigstellung besonders älterer Menschen auftreten, weitgehend vermieden werden.

7. Auch das seit 1974 verordnete Dreipunktkorsett trug zu der in Punkt 6 genannten günstigen Entwicklung bei. Ein weiteres Zusammensintern osteoporotisch bereits vorgeschädigter gebrochener Wirbelkörper konnte jedoch durch diese Maßnahme in zwei Fällen nicht verhindert werden.
8. Die Hundertsätze berenteter Patienten mit Wirbelkörperfrakturen in der Behandlungszeit von 1963 bis 1977 stimmen gut mit denen von REHN (53) im Zeitraum von 1945 bis 1964 ermittelten Prozentzahlen überein. Therapeutische und gutachterliche Grundsätze sind am 'Bergmannsheil' also seit Jahrzehnten die gleichen geblieben.
9. Instabile Wirbelfrakturen werden heute am 'Bergmannsheil' frühzeitig osteosynthetisch versorgt. Die Indikation hierzu ist gegeben, wenn mindestens zwei der sechs in Kap. B. 3. genannten Instabilitätskriterien erfüllt sind. Nach operativer Stabilisierung bei gleichzeitiger Dekompression der Wirbelfraktur wird ebenfalls eine Frühmobilisation des Patienten mit Muskeltraining angestrebt.

E. Zusammenfassung

Von 1963 bis 1977 wurden am 'Bergmannsheil' Bochum 588 Patienten mit Wirbelfrakturen bzw. -luxationen ohne Rückenmarkverletzung behandelt.

Anhand der vorhandenen Krankenblattunterlagen und Röntgenaufnahmen werden diese Fälle im 'Allgemeinen Teil' hinsichtlich Lebensalter, Geschlecht, Unfallanamnese, Beruf, Begleitverletzungen, Bruchlokalisationen und Brucharten ausgewertet.

Der 'Spezielle Teil' schildert die funktionelle Behandlung und Nachbehandlung von Patienten mit Wirbelkörperbrüchen im Brust- und Lendenbereich sowie deren Arbeitsunfähigkeitsdauer und Berentung durch die Unfallversicherungen, soweit die Unterlagen dies ermöglichen.

Durch vergleichende Messungen nach der von BECK beschriebenen Methode wird im folgenden geprüft, ob keilförmig gestauchte Wirbelkörper im Brust- und Lendenbereich unter dieser Therapie in sich stabil sind oder weiter zusammensintern.

Von 188 vermeßbaren ausgeheilten komprimierten Keilwirbeln waren lediglich 6 (= 3,2 %) deutlich zusammengesintert. Weitere 7 noch im Heilungsprozeß begriffene Fälle wiesen ebenfalls eine relevante Höhenminderung auf.

Wie nach den Mitteilungen von PLAUE erwartet werden konnte, waren einheitlich alle 13 zusammengesinterten Wirbelkörper durch Altersosteoporosen unterschiedlicher Schweregrade in ihrer Tragfähigkeit erheblich herabgesetzt. Vorderkantenstückbrüche waren unter ihnen auffallend häufig vertreten (5 = 38,5 %).

Durch Verwendung des Dreipunktkorsetts nach VOGT/BÄHLER konnte kein vermehrtes oder vermindertes Zusammensintern der Wirbelkörper beobachtet werden. Die im Lauf der Jahre bereits früher festzustellende kontinuierlich

abnehmende Behandlungs- und Liegezeit der Wirbelbruch-
patienten wurde durch diese Maßnahme noch weiter reduziert.

F. Literaturverzeichnis

1. ARNOLD, K., DZIKONSKI, G., SCHUMACHER, D., STIMMEL, M.: Beitrag zur frühzeitigen funktionellen Behandlung von Wirbelkompressionsfrakturen. Zbl. Chir. 99: 1268 - 1271 (1974)

2. BAUERLE, E.: Die Behandlung von Wirbelfrakturen ohne neurologische Symptomatik. Therapiewoche 26: 5489 - 5495 (1976)

3. BARGON, G.: Radiologische Diagnostik der Wirbelsäulen-Verletzungen. H. Unfallheilk. 149: 35 - 54 (1980)

4. BECK, E.: Röntgenologische Meßmethoden bei Wirbelbrüchen. H. Unfallheilk. 108, 36 - 37 (1970)

5. BECK, E.: Konservative Behandlung von Frakturen und Luxationen von Thorax- und Lendenwirbelsäule. H. Unfallheilk. 149: 119 - 128 (1980)

6. BENNINGHOFF, A., GOERTTLER, K.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1. Bd., 9. Aufl., Urban & Schwarzenberg, München, 1964

7. BILOW, H., WELLER, S.: Posttraumatische Veränderungen nach Wirbelsäulenverletzungen und ihre Begutachtung. Chirurg 48: 513 - 515 (1977)

8. BÜHLER, J.: Operative Behandlung von Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule. H. Unfallheilk. 108: 145 - 148 (1971)

9. BÜHLER, L.: Wirbelbrüche. Unfallkongreß Breslau 1930. (Disk. zu MAGNUS-Bochum). Ges. der Ärzte, 27. Nov. 1931, Wien. klin. Wschr. 1931 II.

10. BÜHLER, L.: Wandlungen in der Behandlung und Begutachtung von Wirbelbrüchen. Langenbecks Arch. klin. Chir. 200: 281 - 320 (1940)

11. BÜHLER, L.: Konservative Behandlung von Brüchen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Z. Unfallmed. 65: 100 - 104 (1972)

12. BÜTEL, U.: Indikation und Technik der operativen Vorgehens bei der traumatischen Querschnittslähmung. Unfallheilk. 85: 51 - 58 (1982)

13. BREITENFELDER, J.: Beitrag zur Frage der Behandlung von Wirbelkörperfrakturen ohne neurologische Symptome. Z. Orthop. 110: 116 - 120 (1972)

14. BÖRKLE DE LA CAMP, H.: Funktionelle Wirbelbruchbehandlung oder Böhlersche Wirbelbruchaufrichtung. Langenbecks Arch. klin. Chir. 200: 321 - 337 (1940)

15. BÖRKLE DE LA CAMP, H.: Die Unfallchirurgie der Wirbelsäule. H. Unfallheilk. 66: 112 - 121 (1961)

16. EHLERT, H.: Zur Behandlung der Wirbelbrüche. Mschr. Unfallheilk. 69: 109 - 112 (1966)

17. HACKENBRUCH, W., HIPP, E., KARPF, M. P., VON GUMPPENBERG, St.: Die Behandlung der Wirbelfrakturen nach Böhler und die Fixation im Fiberglasverband (LC). Mschr. Unfallheilk. 82: 101 - 107 (1979)

18. HÄRKÖNEN, M., KATAJA, M., KESKI-NISULA, L., PAAKKALA, T., PATIALA, H., ROKKANEN, P.: Fractures of the Lumbar Spine. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 94: 43 - 48 (1979)

19. HAUMANN, W.: Die Wirbelbrüche und ihre Endergebnisse. Stuttgart, Enke, 1930

20. HOFMANN, W., SANDER, E.: Behandlungsergebnisse der Wirbelkompressionsbrüche. Mschr. Unfallheilk. 12: 574 - 578 (1966)

21. HOLDSWORTH, F.: Fractures, Dislocations, and Fracture-Dislocations of the Spine. J. Bone Jt. Surg. 52 A: 1534 - 1551 (1970)

22. JACOBS, R. R., ASHER, M. A., SNIDER, R. K.: Dorso-lumbale Wirbelsäulenfrakturen - eine vergleichende Studie zwischen konservativer und operativer Behandlung bei 100 Patienten. Orthopäde 9: 45 - 62 (1980)

23. KLEINFELD, F., BARTHELT, H.: Skelettszintigraphische Untersuchungen von Wirbelfrakturen. Unfallheilk. 84: 14 - 19 (1981)

24. KOLLATH, J.: Die Röntgendiagnostik des frischen Wirbelsäulentraumas. Unfallchir. 3: 5 - 10 (1977)

25. KONECZNY, O.: Für die Behandlung der Wirbelsäulenkompressionsfraktur nach Böhler. Z. Unfallmed. 2: 135 - 144 (1972)

26. KUNER, E. H., KERN, W., SCHLICKEWEI, W.: Zur funktionellen Behandlung von Wirbelfrakturen am thoracolumbalen Übergang mit dem Drei-Punkte-Korsett. H. Unfallheilk. 149: 153 - 160 (1980)

27. LEVY, W.: Beitrag zu den Frakturen der Querfortsätze der Halswirbelsäule, der Rippen und des Os cuboideum. Dtsch. Z. Chir. 233: 82 - 87 (1931)

28. LINKE, E.: Die Behandlung der Querfortsatzfrakturen der Lendenwirbelsäule. Mschr. Unfallheilk. 69: 80 - 84 (1966)

29. LINOW, F.: Über die isolierten Querfortsatzbrüche der Wirbelsäule mit bes. Berücksichtigung ihrer Entschädigung in der Reichsunfallversicherung. Arch. Orthop. Unfallchir. 28: 558 - 593 (1930)

30. LIST, M.: Krankengymnastische Behandlung in der Traumatologie. Springer, Berlin, 1978, pp. 18 - 23

31. LOB, A.: Die Wirbelsäulenverletzungen und ihre Ausheilung. 2. Auflage, Stuttgart, Thieme 1954

32. LOUIS, R.: Les théories de l'instabilité. Rev. Chir. Orthop. 63: 423 - 425 (1977)

33. MAGNUS, G.: Die Querfortsatzbrüche der Lendenwirbelsäule. Arch. klin. Chir. 152: 55 - 57 (1928)

34. MAGNUS, G.: Die Behandlung und Begutachtung des Wirbelbruchs. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 29: 277 - 283 (1931)

35. MATZEN, K. A., KOSSWETTER, W.: Grenzen der Beurteilung der Wirbelkörperhinterwand im Röntgenbild. H. Unfallheilk. 149: 55 - 60 (1980)

36. MELZER, B.: Behandlungsergebnisse von Wirbelfrakturen. Zbl. Chir. 43: 2724 - 2728 (1967)

37. MELZER, B., RICHTER, R.: Über frühzeitige funktionelle Behandlung von Wirbelfrakturen. Beitr. Orthop. Traum. 16: 59 - 62 (1969)

38. MELZER, B., SCHUBERT, K., MÖLLER, G.: Spätergebnisse der frühzeitigen frunktionellen Behandlung von Wirbelfrakturen. Zbl. Chir. 99: 1324 - 1327 (1974)

39. MEULI, H. Ch.: Röntgenuntersuchung der verletzten Wirbelsäule. Orthopäde 9: 7 - 15 (1980)

40. MORSCHER, E.: Beurteilung und Behandlung von Wirbelfrakturen. Therap. Umschau 28: 807 - 810 (1971)

41. MORSCHER, E.: Klassifikation von Wirbelsäulenverletzungen. Orthopäde 9: 2 - 6 (1980)

42. PANNIKE, A.: Brüche der Dorn- und Querfortsätze. H. Unfallheilk. 149: 185 - 198 (1980)

43. POLSTER, J.: Entstehungsmechanismus und Verletzungsformen von Frakturen und Luxationen. H. Unfallheilk. 149: 15 - 34 (1980)

44. PLAUE, R.: Experimentelle Untersuchungen über die Grenzen der röntgenologischen Darstellung von Wirbelbrüchen. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 72: 343 - 349 (1972)

45. PLAUE, R.: Das Frakturverhalten von Brust- und Lendenwirbelkörpern. (1. Mitteilung: Kompressionsversuche an mazerierten Wirbelkörpern). Z. Orthop. 110: 159 - 166 (1972)

46. PLAUE, R.: Die Mechanik des Wirbelkompressionsbruchs. Zbl. Chir. 98: 761 - 770 (1973)

47. PLAUE, R.: Experimentelle Untersuchungen zur funktionellen Wirbelbruchbehandlung. Mschr. Unfallheilk. 76: 395 - 402 (1973)

48. PLAUE, R.: Die Berücksichtigung altersabhängiger Strukturveränderungen bei der Wirbelbruchbehandlung. H. Unfallheilk. 121: 130 - 134 (1975)

49. PLAUE, R., GERNER, H. J., PUHL, W.: Das Frakturverhalten von Brust- und Lendenwirbelkörpern (4. Mitteilung: Untersuchungen über die Morphologie des Wirbelkompressionsbruches). Z. Orthop. 111: 139 - 146 (1973)

50. PLAUE, R., GESCHE, E.: Das Frakturverhalten von Brust- und Lendenwirbelkörpern. (5. Mitteilung: Dynamische Kompressionsversuche an Leichenwirbeln). Z. Orthop. 112: 427 - 432 (1974)

51. PÖSCHL, M., KELLER, H. L.: Röntgendiagnostik bei Verletzungen der Wirbelsäule. Chirurg 48: 506 - 512 (1977)

52. REHN, J.: Beurteilung und Behandlung von Verletzungen der Wirbelsäule. Langenbecks Arch. klin. Chir. 322: 322 - 327 (1968)

53. REHN, J.: Die knöchernen Verletzungen der Wirbelsäule. In: H. ERDMANN (Hrsg.): Die Begutachtung der verletzten Wirbelsäule. In: H. JUNGHANNS (Hrsg.): Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis. Bd. 40, Hippokrates, Stuttgart, 1968, pp. 131 - 138

54. REHN, J., MEINECKE, F. W.: Derzeitiger Stand der Wirbelbruchbehandlung. Z. Orthop. 112: 889 - 894 (1974)

55. RENNIE, W., MITCHELL, N.: Flexion Distraction Fractures of the Thoracolumbar Spine. J. Bone Jt. Surg. 55 A: 386 - 390 (1973)

56. ROMPE, G., MÖLLHOFF, G., PONGRATZ, O.: Die Begutachtung der verletzten Wirbelsäule. Orthopäde 9: 84 - 92 (1980)

57. ROY-CAMILLE, R., SAILLANT, G., MARIE-ANNE, S., MAMOUDY, P.: Behandlung von Wirbelfrakturen und -luxationen am thorako-lumbalen Übergang. Orthopäde 9: 63 - 68 (1980)

58. RUCKSTUHL, J.: Frühresultate der Behandlung von Wirbelkörperfrakturen mit dem sogenannten 3-Punkte-Korsett. Mschr. Unfallheilk. 75: 560 - 567 (1972)

59. RUCKSTUHL, J., MORSCHER, E.: Über die ambulante Behandlung von Wirbelkörperfrakturen mit dem sogenannten 3-Punkte-Korsett. Orthop. Praxis 7: 184 - 186 (1971)

60. SALEM, G., WEHRLE, W.: Traumatische Veränderungen der Wirbelsäule. Wien. klin. Wschr. 75: 143 ff (1963)

61. SCHLAG, G., SCHWAGER, D.: Lendenwirbelfrakturen: Behandlung mit Reposition und Gipsverband und deren Ergebnisse. H. Unfallheilk. 108: 87 - 90 (1971)

62. SCHMORL, G., JUNGHANNS, H.: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. 5. Aufl., Stuttgart, Thieme 1968

63. SKUGINNA, A., HIERHOLZER, G., LUDOLPH, E.: Funktionelle Behandlung bei Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule. H. Unfallheilk. 149: 129 - 138 (1980)

64. SOLHEIM, K.: Spätergebnisse nach funktioneller Wirbelbruchbehandlung. H. Unfallheilk. 108: 99 - 104 (1971)

65. TROJAN, E.: Langfristige Ergebnisse von 200 Wirbelbrüchen der Brust-/Lendenwirbelsäule ohne Lähmung. Z. Unfallmed. 65: 122 - 134 (1972)

66. VOGL, A.: Zur Mobilbehandlung von Wirbelbrüchen. Zbl. Chir. 12: 439 - 444 (1968)

67. VOGT, B.: Zur Behandlung der Kompressionsfrakturen der untersten Brust- und Lendenwirbelsäule. Praxis (Schweiz. Rundsch. f. Med.) 20: 515 - 516 (1962)

68. WALDEYER, A., MAYET, A.: Anatomie des Menschen. 1. Teil, 13. Aufl., Berlin - New York, de Gruyter, 1976

69. WEIGERT, M.: Erfahrungen bei der konservativen und operativen Behandlung von Wirbelsäulenverletzungen. H. Unfallheilk. 108: 155 - 157 (1971)

70. WERNER, B., WEHRLING, H., MATHAES, P.: Vergleichende Nachuntersuchungsergebnisse aufgerichteter und konservativ behandelter Wirbelfrakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Bruns Beitr. klin. Chir. 219/8: 735 - 743 (1972)

71. ZANONI, A., EBERLE, H., KAUFMANN, L.: Ist eine Aufrichtung von Wirbelkörperkompressionsfrakturen der thorakolumbalen Übergangsregion bei der Behandlung mit dem 3-Punkte-Korsett notwendig? Z. Unfallmed. 65: 111 - 117 (1972)

72. ZIFKO, B., MATUSCHKA, S.: Behandlung und Behandlungsergebnisse bei Brüchen des 12. Brustwirbels und 1. bis 5. Lendenwirbels. Unfallchirurgie 3: 39 - 46 (1977)

Danksagung

Herrn Prof. Dr. J. Rehn möchte ich herzlich
für die freundliche Oberlassung des Themas
meiner Dissertation danken.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Dr. Katthagen
und Herrn Dr. Bötel für ihre Betreuung und
Beratung während dieser Arbeit.

Lebenslauf

Familienname:	B Ü C H T E R
Vorname:	Karl Michael
Geburtsort:	Oberhausen
Name des Vaters:	Dr. med. Karl Büchter
Name der Mutter:	Ruth Büchter, geb. Hoffmann gest. 1973
Grundschule:	Heggerfeldschule Hattingen 1961 bis 1963 Holschentorschule Hattingen 1963 bis 1965
Höhere Schule:	Städt. math.-naturw. und neu-sprachl.Gymnasium Hattingen 1965 - 1973
Hochschule:	Beginn des Studiums der Medizin an der Universität Leuven: Abtl. Kortrijk in Belgien 1973 bis 1974
Bundeswehrzeit:	1975 bis 1976
Hochschule:	Fortsetzung des Studiums der Medizin an der Ruhr-Universität Bochum ab Sommersemester 1976
Physikum:	August 1977
1. Staatsexamen:	August 1978
2. Staatsexamen:	August 1980
3. Staatsexamen:	Oktober 1981
Berufsausübung:	Assistenzarzt an der Abteilung für Chirurgie des Evangelischen Krankenhauses Hattingen März 1982 bis April 1983
	Assistenzarzt an der Abteilung für Innere Medizin des Evangelischen Krankenhauses Bochum-Linden Seit April 1983